

MAIRIE DE RUELLE-SUR-TOUVRE



CONSTRUCTION D'UNE CRECHE MULTI-ACCUEIL RUELLE-SUR-TOUVRE (16)

FORAGES GEOTHERMIQUES

DEMANDES D'AUTORISATION DE RECHERCHE ET D'AUTORISATION D'OUVERTURE DE TRAVAUX MINIERS DE RECHERCHE

HI 2022030082 - M10032

M. RETAILLAUD
L. RAVIGNE

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	1
2. IDENTITE DU DEMANDEUR.....	2
3. CAPACITES FINANCIERES ET TECHNIQUES DU DEMANDEUR.....	2
3.1. CAPACITES FINANCIERES	2
3.2. CAPACITES TECHNIQUES	4
3.2.1. PRESENTATION DES INTERVENANTS.....	4
3.2.2. MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE.....	4
3.2.3. BUREAU D'ETUDES FLUIDES – CHAUFFAGE VENTILATION CLIMATISATION...	5
3.2.4. BUREAU D'ETUDES HYDROGEOLOGIQUES	5
4. DESCRIPTION DU PROJET DE GEOTHERMIE.....	5
4.1. DESIGNATION DU PROJET	5
4.2. LOCALISATION DE LA CRECHE	6
4.2.1. SITUATION CADASTRALE	6
4.2.2. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES	6
4.3. BESOINS DE LA CRECHE ET GEOTHERMIE.....	6
4.3.1. BESOINS DE LA CRECHE	6
4.3.2. SOLUTIONS GEOTHERMIQUES ET PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT.....	7
4.4. PLANNING PREVISIONNEL.....	9
4.5. CADRE REGLEMENTAIRE	9
4.6. LOCALISATION DES FORAGES ET PERIMETRE DE LA DEMANDE	10
4.7. DUREE RELATIVE A LA DEMANDE.....	15
4.8. BUDGET PREVISIONNEL	16
4.8.1. COUTS D'INVESTISSEMENT.....	16
4.8.2. COUTS D'EXPLOITATION.....	17
4.8.3. COUTS DE FERMETURE DES FORAGES.....	17
4.8.4. FINANCEMENT DU PROJET.....	18
4.8.5. ANALYSE DE RENTABILITE	18
4.9. CONSOMMATION, DUREE DE VIE, IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	18
4.10. CONTEXTE GEOLOGIQUE	19
4.10.1. FORMATIONS	19
4.10.2. CONTEXTE STRUCTURAL	20
4.11. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	20

4.11.1. LES RESERVOIRS LOCAUX.....	20
4.11.2. OUVRAGES PRODUCTIFS DANS LE SECTEUR	20
4.11.3. PIEZOMETRIE.....	21
4.12. DESCRIPTION DES SOLUTIONS GEOTHERMIQUES.....	21
4.12.1. RESUME DU PROJET DE FORAGE.....	21
4.12.2. DOUBLET GEOTHERMIQUE	21
4.12.3. SONDAS VERTICALES	27
4.13. PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES	29
4.13.1. EN PHASE TRAVAUX.....	29
4.13.2. EN PHASE EXPLOITATION	34
5. ETUDE D'IMPACT.....	37
5.1. ETAT INITIAL	37
5.1.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE.....	37
5.1.2. DOCUMENTS D'URBANISME.....	37
5.1.3. GEOLOGIE	37
5.1.4. HYDROGEOLOGIE	37
5.1.5. HYDROLOGIE	38
5.1.6. PRELEVEMENTS D'EAU ET USAGES	39
5.1.7. RISQUES NATURELS.....	41
5.1.8. PROCHE ENVIRONNEMENT	43
5.1.9. MILIEUX NATURELS ET PROTEGES.....	46
5.2. ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES COMPENSATOIRES	47
5.2.1. INCIDENCE SUR LES EAUX SOUTERRAINES	47
5.2.2. INCIDENCE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES	50
5.2.3. INCIDENCE SUR LES OUVRAGES ET SOURCES.....	52
5.2.4. INCIDENCE SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL	52
5.2.5. INCIDENCE SUR LES MILIEUX NATURELS ET PROTEGES	53
5.2.6. INCIDENCE ASSOCIEE AUX RISQUES NATURELS.....	53
5.2.7. INCIDENCE ASSOCIEE AUX RISQUES TECHNOLOGIQUES.....	53
5.2.8. EMISSIONS ATMOSPHERIQUES ET ODEURS.....	54
5.2.9. INTEGRATION DANS LE PAYSAGE.....	55
5.2.10. ENERGIE – EMISSION DE GAZ A EFFET DE SERRE	55
5.2.11. BRUITS ET VIBRATIONS	56
5.2.12. DECHETS.....	56
5.2.13. TRAFIC ROUTIER.....	57
5.2.14. SANTE DES POPULATIONS.....	57
5.2.15. MESURES COMPENSATOIRES.....	58
5.2.16. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET	58

5.3. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'ORIENTATION	58
5.3.1. COMPATIBILITE AVEC LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU.....	58
5.3.2. COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE ADOUR-GARONNE 2016-2021	59
5.3.3. COMPATIBILITE AVEC LE SAGE CHARENTE	61
6. DOCUMENTS DE SANTE ET DE SECURITE.....	62
7. FERMETURE DE L'EXPLOITATION.....	63
7.1. METHODOLOGIE ET REGLEMENTATION.....	63
7.2. FERMETURE DU DOUBLET GEOTHERMIQUE	64
7.3. FERMETURE DES SONDAS VERTICALES.....	65

FIGURES DANS LE TEXTE

Figure 1 : Evaluation du taux de réalisation des dépenses d'investissement de la commune de Ruelle-sur-Touvre de 2016 à 2021	3
Figure 2 : Schéma conceptuel d'un doublet géothermique.....	7
Figure 3 : Schéma conceptuel d'un champ de sondes	8
Figure 4 : Localisation des forages géothermiques dans le périmètre du projet de crèche	11
Figure 5 : Rabattement induit à 100 m du forage F1 pour un débit pompé de 4m ³ /h.....	12
Figure 6 : Quadrilatère enveloppe de l'autorisation de recherche et emprise.....	15
Figure 7 : Implantation du doublet géothermique sur plan de masse	23
Figure 8 : Implantation des sondes géothermiques verticales (SGV)	28
Figure 9 : Voie d'accès au chantier	31
Figure 10 : Zonage sismique et projet d'usage géothermique	41
Figure 11 : Risque de retrait-gonflements des sols argileux et projet d'usage géothermique	42
Figure 12 : Risque de remontée de nappe et projet d'usage géothermique.....	43

TABLEAUX DANS LE TEXTE

Tableau 1 : Evaluation du taux de réalisation des dépenses d'investissement de la commune de Ruelle-sur-Touvre de 2016 à 2021	2
Tableau 2 : Réalisation des recettes-dépenses d'investissement de la commune de Ruelle-sur-Touvre de 2016 à 2021	3
Tableau 3 : Budget 2021-2023 de la commune de Ruelle-sur-Touvre	3
Tableau 4 : Coordonnées géographiques et cadastrales des forages géothermiques	10
Tableau 5 : Coordonnées géographiques du quadrilatère enveloppe	14
Tableau 6 : Montant prévisionnel du doublet	16
Tableau 7 : Montant prévisionnel du champ de sondes.....	17
Tableau 8 : Consommation de chauffage, coûts de maintenance et investissements de différentes solutions de chauffage.....	18
Tableau 9 : Etats et objectifs du SDAGE 2016-2021 pour la masse d'eau souterraine FRFG016	38
Tableau 10 : Etat des lieux 2013 du SDAGE 2016-2021 - Pressions sur la masse d'eau souterraine FRFG016.....	38
Tableau 11 : Ouvrages de prélèvement d'eau souterraine et sources dans un rayon de 2000 m autour du projet de géothermie.....	40
Tableau 12 Orientations du SDAGE 2016-2021 Adour-Garonne	59
Tableau 13 : Compatibilité avec les orientations et objectifs du SAGE Charente	61

FIGURES EN ANNEXE

Figure 1 : Localisation du projet et des points d'eau proches sur carte IGN

Figure 2 : Localisation du parcellaire du projet de crèche sur plan cadastral

Figure 3 : Localisation du projet sur carte géologique

Figure 4 : Coupe technique et géologique prévisionnelle du doublet

Figure 5 : Coupe technique et géologique prévisionnelle des sondes verticales

ANNEXES

Annexe 1 : Parcellaire du projet de crèche sur photo aérienne

Annexe 2 : Plan de rez-de-chaussée du projet de crèche

Annexe 3 : Plan topographique du projet de crèche

Annexe 4 : Plan de masse du projet de crèche

Annexe 5 : Schéma de principe Chauffage Géothermie

Annexe 6 : Etude comparative de l'impact environnemental de différentes solutions de chauffage

Annexe 7 : Résumé non technique des demandes d'autorisation de recherches et d'ouverture de travaux miniers de recherche

1. INTRODUCTION

La Mairie de Ruelle-sur-Touvre est maître d'ouvrage d'un projet de construction d'une crèche multi-accueil au lieu-dit Plantier du Maine Gagnaud.

Ce projet est actuellement en phase de consultation des entreprises.

Dans un souci de facture énergétique maîtrisée, d'exemplarité environnementale, de construction harmonieusement intégrée à son environnement et de promotion des ressources renouvelables locales, Grand Angoulême Mobilité Aménagement (SPL GAMA), maître d'ouvrage délégué du projet, a confié à HYDRO INVEST la réalisation d'une étude de pré faisabilité¹ afin d'évaluer la possibilité de réaliser des forages géothermiques sur nappe (doublet) ou sur sondes verticales (champ de sondes) afin de répondre au besoin de chaleur et de rafraîchissement du bâtiment de la future crèche.

Le projet de travaux de recherche est dans un premier temps de réaliser un forage de reconnaissance pour évaluer la présence d'une ressource en eau souterraine en mesure de répondre à ce besoin :

- En cas de ressource en eau pertinente en quantité et en qualité, le projet s'orientera vers une solution sur nappe avec la réalisation d'un doublet géothermique.
- En cas de ressource en eau inadéquate, le projet s'orientera vers une solution sur sondes verticales (champ de sondes).

Le besoin du bâtiment, le dimensionnement des forages et l'environnement du projet ne présentent pas de contrainte susceptible de compromettre une exploitation géothermique dans le cadre de la Géothermie de Minime Importance (GMI).

Néanmoins :

- en raison de la présence de la future crèche dans le périmètre de protection rapprochée du captage AEP de Coulonge-sur-Charente, prise d'eau dans la Charente située en Charente-Maritime à plus de 60 km à l'ouest,
- malgré le risque inexistant d'incidence de ce projet de travaux et d'exploitation géothermique sur cette prise d'eau,

ce projet de forages géothermiques ne peut entrer dans le régime déclaratif simplifié de la GMI et bascule dans le régime de demande d'autorisation qui équivaut à la recherche d'un gîte géothermique en basse température.

Pour réaliser les forages, il y a de ce fait nécessité d'obtenir :

- une autorisation de recherches,
- une autorisation d'ouverture de travaux miniers de recherche.

A cette fin, SPL GAMA a mandaté HYDRO INVEST pour réaliser le présent dossier qui regroupe ces deux demandes d'autorisation.

¹ Rapport HYDRO INVEST - HI20210601223 - M9969 - Etude de pré faisabilité - Géothermie sur nappe ou sur sonde - Construction d'une crèche multi-accueil à Ruelle-sur-Touvre (16) - Phase APS

Après instruction du dossier de demande par les autorités administratives compétentes, ces autorisations sont délivrées en cas d'accord sous la forme d'arrêtés préfectoraux.

Un résumé non technique du présent dossier est présenté en **Annexe 7**.

2. IDENTITE DU DEMANDEUR

Dénomination sociale du propriétaire	Mairie de Ruelle-sur-Touvre
Forme juridique	Commune
Projet	Construction d'une crèche multi-accueil à Ruelle-sur-Touvre (16) : forages géothermiques
Adresse du siège social	Place Auguste Rouyer
SIRET	21160291700018
Nom du signataire de la demande	Jean Luc Valantin (Maire)
Noms des personnes chargées de suivre le dossier	Marie Noëlle BOUQUETY Ouisem AMARA
Adresses électroniques	mn.bouquety@ville-ruellesurtouvre.fr o.amara@gama16.fr

3. CAPACITES FINANCIERES ET TECHNIQUES DU DEMANDEUR

3.1. CAPACITES FINANCIERES

L'évolution du taux de réalisation des dépenses d'investissement de la commune de Ruelle-sur-Touvre est présentée comme suit :

Tableau 1 : Evaluation du taux de réalisation des dépenses d'investissement de la commune de Ruelle-sur-Touvre de 2016 à 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Budgétisé	2 447 437 €	3 409 527 €	3 434 503 €	2 858 030 €	2 688 320 €	4 245 820 €
Réalisé	1 045 722 €	1 208 943 €	2 000 258 €	1 845 440 €	1 700 412 €	3 122 312 €
Taux de réalisation	42,73%	35,46%	58,24%	64,57%	63,25%	73,54%

Figure 1 : Evaluation du taux de réalisation des dépenses d'investissement de la commune de Ruelle-sur-Touvre de 2016 à 2021

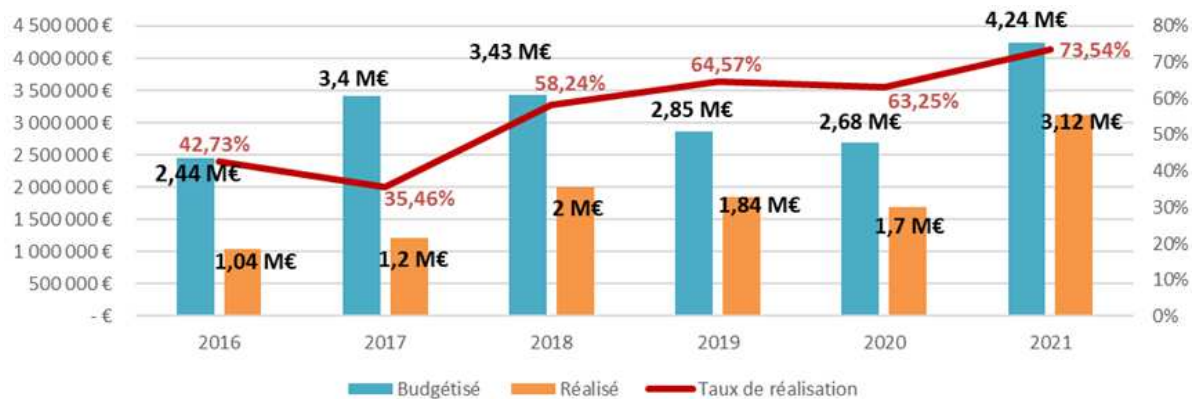


Tableau 2 : Réalisation des recettes-dépenses d'investissement de la commune de Ruelle-sur-Touvre de 2016 à 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Recettes d'investissement	485 519 €	416 122 €	490 429 €	452 047 €	763 449 €	1 792 856 €
Budgétisé						
Recettes d'investissement Réalisées	421 939 €	107 849 €	111 464 €	390 478 €	384 739 €	968 597 €
Taux de réalisation dépenses	42,73%	35,46%	58,24%	64,57%	63,25%	73,54%

Tableau 3 : Budget 2021-2023 de la commune de Ruelle-sur-Touvre

	2021 (CA)	2022 (projet BP)	2023 (projet BP)
Recettes de fonctionnement	7 284 081 €	7 379 000 €	7 807 375 €
Dépenses de fonctionnement	6 503 507 €	6 579 300 €	6 666 289 €
Recettes d'investissement	2 800 584 € (dont emprunt 1,5 M€)	3 183 336 € (dont emprunt 500 K€)	4 919 925 €
Dépenses d'investissement	3 636 414 €	3 852 738 €	6 211 604 €

Les capacités financières du Maître d'Ouvrage lui permettent de réaliser les forages géothermiques, d'assurer la gestion, le suivi et la mise en sécurité de ces ouvrages, de faire face à d'éventuels travaux de réparation et si nécessaire de procéder aux travaux d'abandon des installations d'exploitation géothermique de la crèche (forages, pompes chaleur, raccordements, etc).

3.2. CAPACITES TECHNIQUES

3.2.1. PRESENTATION DES INTERVENANTS

Architecte	Bureau d'études Chauffage, Ventilation, Climatisation	Bureau d'études Forages, Sous-sol, Hydrogéologie
ARCHITECTE GAUDIN RIBOULOT DUCLOS ASSOCIES 28 rue Santos Dumon 86 000 Poitiers Tel : 05 49 55 00 66	BET ITES Hôtel d'Entreprises ZA Beausoleil 86190 VOUILLÉ Tel : 05 49 42 15 67	HYDRO INVEST 2 rue des Molines 16000 ANGOULEME Tel : 05 45 37 10 22

Pour ce projet de géothermie :

- SPL GAMA est maître d'ouvrage délégué,
- ITES assure la maîtrise d'œuvre du Lot Chauffage-Ventilation-Climatisation (LOT CVC), dont la définition des besoins du bâtiment, la conception du local technique (chaufferie), le dimensionnement de la pompe à chaleur (PAC) et des raccordements aux forages géothermiques,
- HYDRO INVEST réalise les études de faisabilité des forages géothermiques (LOT FORAGES) dont la conception des forages, la sélection d'une entreprise de forage qualifiée, la coordination, le suivi, le contrôle et la réception des travaux de forage et de leur équipement, les essais par pompage (solution sur nappe), les analyses d'eau (solution sur nappe), le dossier de demande de permis d'exploitation, un suivi des forages lors de la première année d'exploitation (solution nappe).

3.2.2. MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE

Implanté à Angoulême (16), GAMA est une Société Publique Locale dont la vocation est de développer son territoire en fabriquant aux côtés des collectivités la nouvelle agglomération de demain.

Ses deux métiers traditionnels d'aménageur et de constructeur d'équipements publics s'accordent pour offrir aux collectivités locales une compétence unique, plus large et plus complète, qui est celle de la conception, du montage et de la réalisation de projets multiples et complexes.

GAMA est dotée d'une équipe expérimentée aux profils complémentaires afin de proposer les meilleurs services.

GAMA est un outil opérationnel dédié aux projets de ses actionnaires et adapté à la mise en œuvre des projets des collectivités. Elle a la capacité de conjuguer atouts de l'entreprise et valeurs du public, performance et solidarité. Sa mission est de défendre les enjeux communs de son territoire

avec une vraie réactivité dans la mise en œuvre des projets. GAMA a l'avantage d'être sollicité directement par les collectivités territoriales et leurs groupements d'actionnaires sous leur contrôle pour conduire les projets d'aménagement et de mobilité du territoire.

3.2.3. BUREAU D'ETUDES FLUIDES – CHAUFFAGE VENTILATION CLIMATISATION

Bureau d'études techniques basé à Poitiers (86) et Parthenay (79), ITES propose ses services de bureau d'études des fluides du bâtiment dans les domaines du chauffage (toutes énergies), de l'électricité, de la plomberie, des énergies renouvelables, des calculs thermiques réglementaires et en tant que consultant sur l'approche Haute Qualité Environnementale (HQE).

Constituée d'une équipe de 15 personnes avec une expérience de plus de 20 ans, ITES accompagne les porteurs de projet, avec la prise en compte des exigences et des contraintes énergétiques pour inscrire les projets dans une démarche de qualité environnementale et responsable.

La société possède entre autre la qualification OPQIBI - RGE n°1332 Etude thermique réglementaire bâtiment collectif d'habitation et/ou tertiaire.

3.2.4. BUREAU D'ETUDES HYDROGEOLOGIQUES

Société indépendante créée en 1976 et basée à Angoulême (16), HYDRO INVEST propose son assistance dans le domaine des études et de l'ingénierie des sciences de l'eau et de la terre, ainsi que dans le domaine de l'électronique et de la mesure appliquée à l'hydrogéologie.

Concevoir, réfléchir, optimiser les moyens, tels sont les objectifs poursuivis par une équipe forte de ses compétences complémentaires, entre autre en hydrogéologie, informatique, CAO, électronique, et mécanique. L'ouverture sur les nouvelles techniques d'investigation, la méthodologie de conduite des chantiers et les méthodes évolutives de réhabilitation des ouvrages permettent à l'entreprise de progresser depuis plusieurs décennies. Après de nombreux travaux, l'entreprise s'est faite connaître par la recherche constante de la qualité tant dans les mesures que dans les études. HYDRO INVEST exploite son propre doublet géothermique pour fournir les besoins en chaleur et en rafraîchissement de ses locaux, possède la qualification OPQIBI RGE n°1007 Etude des ressources géothermiques, est membre de l'AFPG (Association Française des Professionnels de la Géothermie) et de l'AFTH (Association Française des Techniques Hydrothermales).

4. DESCRIPTION DU PROJET DE GEOTHERMIE

4.1. DESIGNATION DU PROJET

Construction d'une crèche multi-accueil sur la commune de RUELLE-SUR-TOUVRE (16) :

- projet de forages géothermiques sur nappe (doublet) ou sur sondes verticales pour fournir les besoins en chaleur et en rafraîchissement du bâtiment,
- ne peut entrer dans le régime déclaratif de la Géothermie de Minime Importance bien qu'il en ait les dimensions,

- entre dans le régime de demande d'autorisation de recherche par forage pour l'exploitation d'un gîte géothermique en basse température, du fait de la présence du projet dans le Périmètre de Protection Rapprochée du captage AEP de Coulonge-sur-Charente.

Ce projet de géothermie :

- permet d'exploiter une énergie renouvelable, la chaleur du sous-sol,
- est une alternative aux chaufferies 100% gaz.

4.2. LOCALISATION DE LA CRECHE

Localisation du projet de crèche sur carte topographique IGN et sur fond cadastral (**Figures 1 et 2** en annexe)

Plan de localisation sur photographie aérienne : **Annexe 1**

Plan de rez-de-chaussée : **Annexe 2**

Plan topographique : **Annexe 3**

Plan de masse : **Annexe 4**

Localisation des forages géothermiques prévus : § 4.6

4.2.1. SITUATION CADASTRALE

Commune	Lieu-dit	Section	Parcelle
Ruelle-sur-Touvre	Plantier du Maine Gagnaud	BD	686-688

4.2.2. COORDONNEES GEOGRAPHIQUES

X L93 (m)	Y L93 (m)	Altitude EPD (m)
483 161	6 511 946	+ 82

4.3. BESOINS DE LA CRECHE ET GEOTHERMIE

4.3.1. BESOINS DE LA CRECHE

D'après le plan de masse établis en phase Projet :

Surface intérieur du bâtiment (SU) : environ 800 m²

Dimensionnement de la pompe à chaleur (PAC) et du réseau secondaire en phase Projet :

- Plancher chauffant-rafraîchissant (système réversible)
- Régime d'eau du plancher chauffant : 30/35°C
- Production ECS ponctuelle par chauffe-eau électrique
- Puissance PAC : 24 kW

- Coefficient de performance PAC : 4.7
- Puissance à extraire du sous-sol : 19 kW

Le schéma de principe Chauffage Géothermie établi en phase Projet par ITES est présenté en **Annexe 5**.

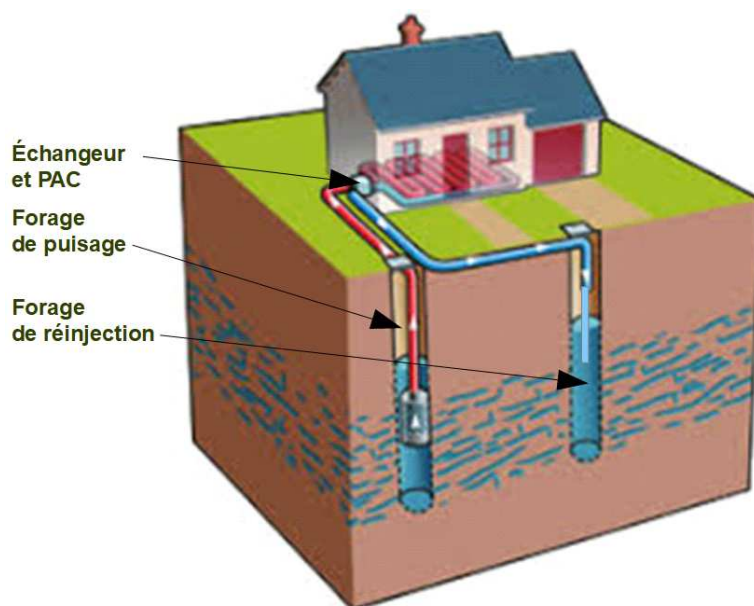
4.3.2. SOLUTIONS GEOTHERMIQUES ET PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

La Mairie de Ruelle-sur-Touvre, maître d'ouvrage du projet, envisage la création d'un doublet géothermique avec la réalisation d'un forage de production et d'un forage de réinjection.

Le doublet est la combinaison :

- d'un forage de pompage dans lequel est puisée l'eau à la température du gisement géothermique,
- d'un forage de réinjection par lequel l'eau puisée est réintroduite dans la même nappe après soutirage d'une partie de ses calories par une pompe à chaleur eau/eau installée dans la chaufferie du bâtiment.

Figure 2 : Schéma conceptuel d'un doublet géothermique



Source : ADEME/BRGM (modifié)

Il n'y a aucun stockage d'eau entre le pompage et la réinjection, pas d'altération qualitative de l'eau réinjectée dans la nappe et aucune perte de volume d'eau.

Comparée à l'eau puisée, l'eau est seulement réinjectée à une température plus chaude ou plus froide selon les besoins du bâtiment, avec un différentiel de température exploité à l'échangeur qui n'excèdera pas 5°C (réseau primaire).

Par son dispositif thermodynamique, la pompe à chaleur géothermique eau/eau optimise le différentiel de température imposé à l'échangeur pour fournir le réseau de distribution du bâtiment (réseau secondaire).

Le projet de doublet est décrit § 4.12.2.

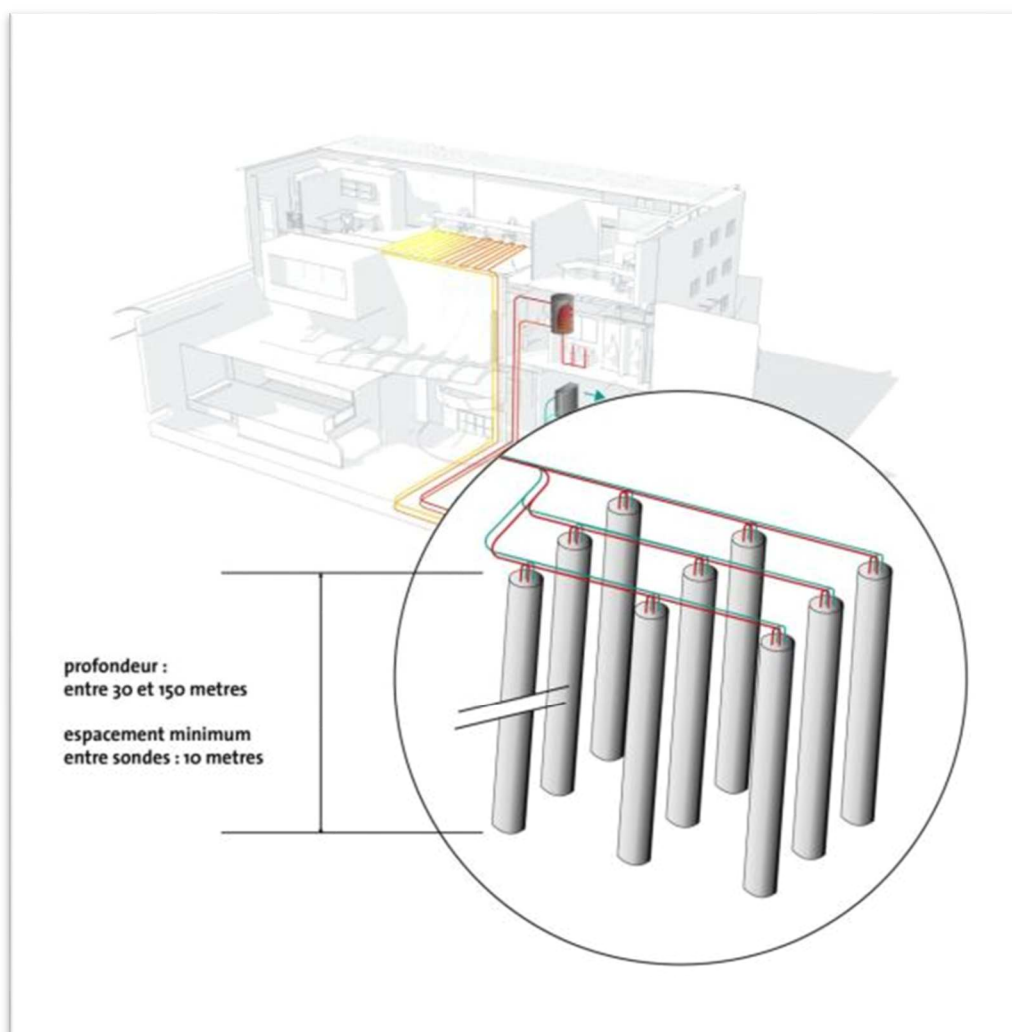
En cas d'inadéquation de la ressource en eau souterraine disponible pour installer un doublet (recherche en eau jusqu'à 150 m de profondeur), les sondages de reconnaissance réalisés seront transformés en sondes verticales pour mettre en place un champ de sondes.

Le projet de champ de sondes est constitué de 3 sondes verticales de 150 m de profondeur.

Les sondes géothermiques verticales (SGV) récupèrent la chaleur du sol par circulation d'un fluide caloporteur en circuit fermé dans des boucles de sonde installées dans chaque forage.

Après installation des boucles, les forages sont cimentés sur toute leur hauteur avec un ciment géothermique qui permet d'assurer le contact et une bonne conductivité thermique entre les sondes et le sous-sol (circuit primaire).

Figure 3 : Schéma conceptuel d'un champ de sondes



Source : ADEME

Une pompe à chaleur géothermique eau glycolée/eau permet d'exploiter les sondes verticales et de fournir le réseau secondaire du bâtiment.

Le projet de SGV est décrit § 4.12.3.

Le doublet est envisagé en première solution car :

- en cas de ressource en eau conséquente mise en évidence par la recherche en eau et de confirmation de l'exploitation sur doublet pour les besoins de la crèche, il pourra être envisagé d'utiliser le doublet pour fournir d'autres bâtiments proches (projets de construction en cours autour de la future crèche),
- les forages sur doublet, s'ils sont correctement suivis et entretenus, n'ont pas de durée de vie tandis que les sondes verticales sont exploitables tout au plus une centaine d'années.

4.4. PLANNING PREVISIONNEL

Planning prévisionnel du projet de géothermie :

- Instruction du dossier d'autorisation de recherche : 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} trimestre 2022 ;
- Travaux de forages géothermiques et de construction du bâtiment : 3^{ème} et 4^{ème} trimestre 2022
- Instruction du dossier de demande d'exploiter : 4^{ème} trimestres 2022
- Mise en service : 1^{er} trimestre 2023

4.5. CADRE REGLEMENTAIRE

D'un point de vue réglementaire, le décret n° 2015-15 du 8 janvier 2015 qui définit et réglemente les activités de géothermie dite "de minime importance" est mis en application depuis le 1er juillet 2015. Il est pris en application des articles L. 112-1 et L. 112-3 du Code Minier et il modifie notamment :

- le décret n° 78-498 du 28 mars 1978 modifié relatif aux titres de recherches et d'exploitation de géothermie ;
- le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 modifié relatif aux travaux miniers, aux travaux de stockage souterrain et à la police des mines et des stockages souterrains ;
- l'annexe de l'article R. 122-2 et l'article R. 414-27 du code de l'environnement.

Ce décret définit les activités ou installations de Géothermie de Minime Importance (GMI) qui n'ont pas d'incidence significative sur l'environnement et il en élargit le périmètre. Les installations demeurent dans le cadre de la géothermie de minime importance lorsque :

Critères communs à la géothermie sur sonde et sur nappe :

- forages d'une profondeur comprise entre 10 et 200 m
- puissance thermique maximale prélevée et utilisée inférieure à 500 kW
- la température de l'eau prélevée en sortie des ouvrages est inférieure à 25°C
- Le site est implanté en zone orange ou verte

Critères spécifiques à la géothermie sur nappe :

- Les eaux prélevées sont réinjectées dans le même aquifère et la différence entre les volumes d'eaux prélevés et réinjectés est nulle
- Les débits prélevés ou réinjectés sont inférieurs au seuil d'autorisation de l'article R. 214 -1 du code de l'environnement, c'est à dire 80 m³/h

Nota :

Le projet est implanté en zone réglementaire GMI pour les échangeurs géothermiques ouverts (sur nappe) ou fermés (sur sonde) jusqu'à 200 m de profondeur : zone verte.

Les besoins du bâtiment, le dimensionnement des forages et l'environnement de ce projet ne présentent aucune contrainte susceptible de compromettre la réalisation et l'exploitation de forages géothermiques dans le cadre de la GMI.

Néanmoins, en raison de la présence de ce projet dans le périmètre de protection rapprochée du captage AEP de Coulonge-sur-Charente, prise d'eau dans la Charente située à plus de 60 km à l'ouest en Charente-Maritime (17), et malgré le risque inexistant d'incidence de ces forages géothermiques sur ce captage AEP, le projet ne peut entrer dans le cadre déclaratif simplifié de la GMI et bascule dans le régime de demande d'autorisation de la géothermie basse température pour laquelle l'autorisation de réaliser les forages nécessite :

- l'octroi d'une autorisation de recherches : modalités définies dans le décret n° 78-498 du 28 mars 1978 ;
- l'obtention d'une autorisation d'ouverture de travaux miniers de recherche : modalités définies dans le décret n° 2006-649 du 2 juin 2006 relatif aux travaux miniers.

Le présent document constitue le dossier unique de demande d'autorisation de recherches et d'ouverture de travaux miniers de recherche pour le projet de forages géothermiques de la future crèche multi-accueil de Ruelle-sur-Touvre (16).

4.6. LOCALISATION DES FORAGES ET PERIMETRE DE LA DEMANDE

Les forages seront implantés dans l'emprise du projet de construction de la crèche (cf. § 4.2).

La commune est propriétaire du site.

Les coordonnées géographiques des forages prévus sont données ci-dessous.

Tableau 4 : Coordonnées géographiques et cadastrales des forages géothermiques

Géothermie sur doublet	Géothermie sur sondes verticales	X (m Lambert 93)	Y (m Lambert 93)	Z sol (m EPD)
F1 (pompage)	F1 = SGV1	483 121	6 511 984	80.6
F2 (réinjection)	F2 = SGV2	483 109	6 511 949	81.3
	F3 = SGV3	483 115	6 511 967	82.7

Figure 4 : Localisation des forages géothermiques dans le périmètre du projet de crèche



La ressource ciblée par le projet de doublet est la nappe des calcaires et marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur).

Le volume de prélèvement/réinjection d'eau souterraine demandé pour fournir les besoins de la crèche est de 8 000 m³.

Ce volume correspond à un fonctionnement de 2000 h par an (temps de fonctionnement maximal estimé de la pompe à chaleur) pour un débit de pompage/réinjection de 4 m³/h.

Le volume puisé au forage de production (F1) sera réinjecté dans la même nappe par le forage de réinjection (F2).

Une simulation d'exploitation sur 6 mois (sans recharge) sur un rythme de pompage à 4 m³/h de 12 heures par jour est réalisé en considérant les hypothèses suivantes :

- Aquifère homogène et isotrope ;
- Régime permanent non atteint ;
- Absence d'influence de la réinjection au forage F2.

La méthode de Theis en développement limité et la méthode de superposition sont utilisées pour simuler les rabattements induits cumulés des pompages et arrêts successifs.

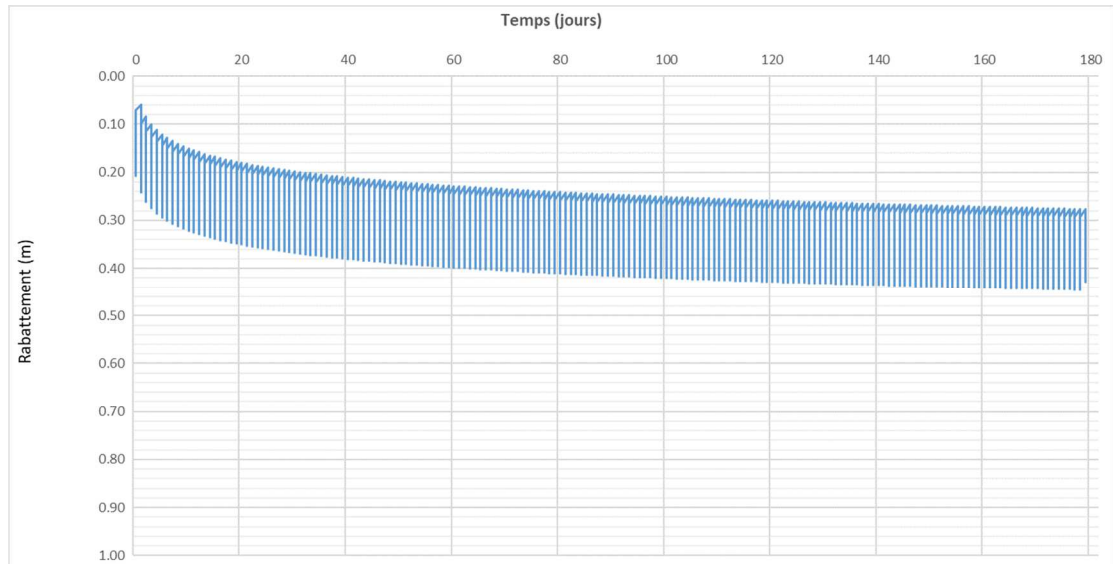
Les paramètres d'entrée sont :

- $T = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.
- $S = 0.1 \%$ (nappe semi-captive)

La simulation de régime d'exploitation montre les éléments suivants :

A une distance de 100 m du forage pompé, le rabattement induit calculé tout au long de la période d'exploitation est le suivant :

Figure 5 : Rabattement induit à 100 m du forage F1 pour un débit pompé de 4m³/h



Le rabattement induit par des pompages journaliers à 4 m³/h est inférieur à 0,5 m à 100 m du forage pompé.

Ce résultat est cohérent avec le rayon d'influence d'un pompage de 12h estimé par la méthode de Theis-Jacob (310 m).

Cette simulation est pessimiste comparée à l'exploitation réelle prévue sur ce doublet :

- La réinjection n'est pas prise en compte.
- Aucune recharge de la nappe pendant les 6 mois de pompage simulés.
- Le volume d'eau total puisé dans cette simulation (environ 8600 m³) est réalisé en 6 mois alors qu'en conditions réelles ce volume sera puisé en 1 an.

Les ouvrages aux alentours du projet sont des puits qui captent à moins de 20 m de profondeur dans la frange altérée des calcaires du Jurassique supérieur et des sources éloignées qui drainent ces mêmes horizons en pied de versant (cf. § 5.1.6). Il est probable que ces points d'eau ne produisent pas toute l'année (tarissement en basses eaux).

L'objectif de la recherche en eau pour ce projet de doublet est de vérifier la présence d'une ressource plus profonde (au-delà de 20 m) et pérenne dans les calcaires argileux et marnes du Jurassique supérieur (Kimméridgien) pour un débit maximal d'exploitation par puisage/réinjection de 4 m³/h .

La profondeur maximale d'exploration prévue pour cette recherche est de 150 m.

Etant donné ces objectifs, les venues d'eau recherchées ne seront vraisemblablement pas en liaison directe avec la nappe superficielle exploitée par les puits alentours.

A supposer une relation hydraulique, l'incidence des travaux et de l'exploitation du doublet sur la nappe superficielle et sur les ouvrages alentours implantés dans cette nappe (cf. 5.1.6.1) sera nulle à marginale

Ce projet n'est pas en concurrence avec une exploitation d'eau souterraine au voisinage (captage d'eau potable, usage industriel, etc).

Il n'existe pas d'autre autorisation de recherche ou permis d'exploitation d'un gîte géothermique en basse ou haute température sur la commune de Ruelle-sur-Touvre.

Il n'y a pas de forages en Géothermie de Minime Importance au droit de la commune.

Si la recherche en eau n'est pas concluante pour mettre en place un doublet, il sera mis en place trois sondes verticales (implantations F1, F2 et F3 ;

Figure 4 et du Tableau 4 ci-dessus) à 150 m de profondeur avec un espacement d'environ 11 m entre chaque sonde.

Sur sondes verticales, étant donné :

- la faible demande en puissance du projet : 19 kW à extraire du sous-sol en période de pointe,
- la taille restreinte du champ de sondes dimensionné en conséquence : 3 sondes verticales à 150 m de profondeur pour extraire 40 W par mètre linéaire de sonde,
- d'un fonctionnement en période estivale (besoins de rafraîchissement) et hivernale (besoins de chaleur) qui permet la recharge thermique du sous-sol,

l'incidence thermique de cette exploitation sur le sol et le sous-sol sera négligeable.

Au vu des éléments exposés ci-dessus, le périmètre sollicité pour la présente autorisation de recherche et en prévision de la demande d'exploitation est un quadrilatère de 100 m de côté centré sur le forage F1 prévu en pompage.

La superficie de ce quadrilatère est de 10 000 m².

Ce quadrilatère s'étend exclusivement sur la commune de Ruelle-sur-Touvre excepté sa bordure Sud-Est qui atteint la commune de l'Isle-d'Espagnac sur une surface restreinte.

Il est prévu que ce quadrilatère corresponde à l'emprise du permis d'exploitation.

Tableau 5 : Coordonnées géographiques du quadrilatère enveloppe

Angle	X (m Lambert 93)	Y (m Lambert 93)
Nord-Ouest	483 061	6 512 113
Nord-Est	483 255	6 512 035
Sud-Ouest	482 968	6 511 922
Sud-Est	483 170	6 511 831

Figure 6 : Quadrilatère enveloppe de l'autorisation de recherche et emprise prévisionnelle du permis d'exploitation



Le volume de réservoir aquifère pour lequel le permis d'exploitation sera sollicité est constituée par les calcaires argileux et marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur) entre 62 et – 68 m NGF (20 à 150 m de profondeur sous la cote sol), ce qui représente un volume de 1.3 millions de m³.

4.7. DUREE RELATIVE A LA DEMANDE

La réglementation minière en vigueur prévoit les durées de validité/applications suivantes :

- Autorisation de recherche : 3 ans
- Autorisation de travaux miniers de recherche (travaux de forages géothermiques) : 3 ans à partir de la délivrance de l'autorisation préfectorale d'ouverture de travaux, si possible dans le cadre du permis de recherche, durée sujette à prolongation ou renouvellement sur la base d'un argumentaire documenté et recevable.

La présente demande concerne l'autorisation de recherche et l'autorisation d'ouverture de travaux miniers de recherche pour une durée de 3 ans.

Note : à l'issu des travaux de forage, une demande de permis d'exploitation sera formulée pour une durée initiale de 30 ans.

4.8. BUDGET PREVISIONNEL

4.8.1. COUTS D'INVESTISSEMENT

4.8.1.1. DOUBLET GEOTHERMIQUE

Les coûts d'investissement pour un doublet géothermique sont exposés ci-dessous.

Tableau 6 : Montant prévisionnel du doublet

	Travaux	Maîtrise d'œuvre	Total
Etudes préalables		10 810 €	10 810 €
Sondage de reconnaissance	13 580 €	1 440 €	15 020 €
Forage de pompage F1 (prof. 150 m) et essais de pompage	23 580 €	2 880 €	26 460 €
Forage de réinjection F2 (prof. 150 m) et essais de pompage	37 290 €	5 130 €	42 420 €
Raccordement des forages à la PAC	10 000 €		
Matériel d'exploitation (pompe immergée, colonnes d'exhaure et d'injection, etc)	10 100 €		10 100 €
Suivi hydraulique des forages (première année d'exploitation)		1 950 €	1 950 €
Total HT	94 550 €	22 210 €	106 760 €
TVA (20 %)	18 910 €	4 442 €	21 352 €
Total TTC	113 460 €	26 652 €	128 112 €

Les coûts présentés sont hors PAC, échangeur, local technique et émetteurs dans le bâtiment (réseau secondaire).

Les prestations de forage et d'essais de pompage incluent une analyse complète de la qualité de l'eau pompée pour évaluer la solution sur nappe.

Les coûts de foration sont énoncés pour des forages jusqu'à 150 m de profondeur. Si la recherche en eau met en évidence une ressource pertinente à moindre profondeur, les coûts de foration seront réduits.

4.8.1.2. SONDES VERTICALES

Les coûts d'investissement pour un champ de sondes sont exposés ci-dessous :

Tableau 7 : Montant prévisionnel du champ de sondes

	Travaux	Maîtrise d'œuvre	Total
Etudes préalables		10 810 €	10 810 €
Trois sondes verticales (prof. 150 m)	40 910 €	6 570 €	47 480 €
Raccordement des sondes verticales à la PAC	10 000 €		10 000 €
Total HT	50 910 €	17 380 €	68 290 €
TVA (20 %)	10 182 €	3 476 €	13 658 €
Total TTC	61 092 €	20 856 €	81 948 €

Les coûts présentés sont hors coûts PAC, local technique et émetteurs dans le bâtiment.

4.8.2. COUTS D'EXPLOITATION

4.8.2.1. DOUBLET

La **maintenance** d'un doublet est répartie en 3 postes :

- l'entretien et le remplacement du matériel,
- le diagnostic des forages à minima tous les 10 ans,
- si justifié, la régénération des forages.

Le coût total de la maintenance annuel sur 30 ans d'exploitation est estimé de l'ordre de 7000 € TTC².

Le **coût d'exploitation** est lié aux consommations électriques de la pompe du forage de pompage et de la PAC.

Le coût total annuel de consommation électrique est estimé de l'ordre de 1300 € TTC.

4.8.2.2. SONDES VERTICALES

Le poste de **maintenance** des sondes verticales concerne la PAC et le collecteur.

Il n'y a quasiment aucun entretien pour la partie sous-sol (sondes verticales).

Le coût total de la maintenance annuel sur 30 ans d'exploitation est estimé à 1000 € TTC.

Le **coût d'exploitation** est lié aux consommations électriques de la PAC.

Le coût total annuel de consommation électrique est estimé de l'ordre de 1500 € TTC.

4.8.3. COUTS DE FERMETURE DES FORAGES

Procédures de fermeture de l'installation géothermique : cf. § 7

² AFPG - La Géothermie en France - Etude technico-économique de la géothermie de surface – Septembre 2020

4.8.3.1. DOUBLET GEOTHERMIQUE

Le coût de ce type d'opération, pour un forage de 150 m est estimé à **15 000 € HT** par forage.

4.8.3.2. SONDES VERTICALES

Le coût de ce type d'opération, pour une sonde verticale de 150 m, est estimé à **5 000 € HT** par sonde verticale.

4.8.4. FINANCEMENT DU PROJET

Le financement du projet de géothermie est piloté par SPL GAMA et la Mairie de Ruelle-sur-Touvre. Un recours au Fonds Chaleur de l'ADEME est sollicité.

Pour ce projet, la proportion des coûts d'étude et d'équipement qui sera couverte par ce fonds est estimée de l'ordre de 50 %.

4.8.5. ANALYSE DE RENTABILITE

Dans le secteur tertiaire, pour fournir les besoins de chaleur et de rafraîchissement des bâtiments :

- le seuil de compétitivité d'une solution géothermique sur nappe ou sur sonde verticale à faible profondeur (forages à moins de 200 m) comparée à une solution « 100% gaz » est de 9 à 13 ans,
- le temps de retour sur investissement de ces solutions géothermiques est de l'ordre de 10 ans³.

4.9. CONSOMMATION, DUREE DE VIE, IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les consommations de chauffage (en énergie finale), les coûts de maintenance, de consommation et d'investissements ont été estimés par le BET 180 DEGRÉS INGÉNIERIE pour différentes solutions et sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Consommation de chauffage, coûts de maintenance et investissements de différentes solutions de chauffage

	Consommation de chauffage <i>kWh_{ef}/m²S_{RT}.an</i>	Coût de maintenance chauffage <i>€_{TTC}/an</i>	Coût de consommation chauffage <i>€_{TTC}/an</i>	Coût d'investissement chauffage (hors aides) <i>€_{TTC}</i>
PAC eau/eau sur nappe (doublet)	4,40	336	871	119 300
PAC eau/eau glycolée (sondes verticales)	5,20	288	1 030	86 290
Chaudière gaz à condensation	19,80	144	1 679	7 800
Chaudière bois	21,80	216	1 363	33 600
Photovoltaïque pour chauffage	Cette solution n'a pas été étudié car elle ne permettrait pas d'atteindre l'objectif E+ C-.			

³ AFGP - La Géothermie en France - Etude technico-économique de la géothermie de surface – Septembre 2020

Nota :

1) Ce comparatif concerne uniquement les solutions de chauffages or les solutions géothermiques présentées (doublet, sondes verticales) fournissent aussi du rafraîchissement.

2) Les coûts d'investissement mentionnés ne comprennent pas les aides et subventions de l'ADEME pour la géothermie (Fonds Chaleur ; cf. § 4.8.4).

La durée de vie d'une pompe à chaleur est en moyenne de 15 à 20 ans.

Les forages d'un doublet n'ont pas vraiment de durée de vie à partir du moment où ils sont correctement suivis et entretenus, et du fait qu'il existe de nombreuses techniques de régénération en cas de dégradation avérée des forages et/ou de la productivité du doublet.

Les sondes géothermiques verticales (champ de sondes) ont une durée de vie d'une centaine d'années environ (donnée AFPG).

Une étude comparative de l'impact environnemental de différentes solutions de chauffage a été réalisée par le bureau d'études 180 DEGRÉS INGÉNIERIE (cf. **Annexe 6**).

D'après cette étude, la géothermie représente un réel intérêt comparée à une chaufferie gaz, quel que soit le type de géothermie (doublet ou sondes verticales).

4.10. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Cf. **Figure 3** en annexe

Le contexte géologique et hydrogéologique du projet est issu d'une synthèse des documents suivantes :

- Carte géologique à l'échelle 1/50 000 – BRGM n°709 – Angoulême
- Données d'archive et de cartographie de la Banque des données du Sous-Sol (BSS)
- Archives internes - HYDRO INVEST

4.10.1. FORMATIONS

L'étude géotechniques de conception établie par DIAG-SOL⁴ indique les formations suivantes dans les premiers mètres sondés :

- des formations de couverture (terre végétale, remblai, marne altérée) sur une épaisseur de 0.30 à 1.20 m
- des marnes sableuses beiges à jaunâtres plus ou moins indurées jusqu'à 4.50 à 6 m de profondeur excepté sur un sondage
- des marno-calcaires blancs à partir de 1.30 à 6 m de profondeur.

D'après la carte géologique 1/50 000 d'Angoulême (carte BRGM n°709), les premiers terrains rencontrés au droit du projet appartiennent au Jurassique supérieur (Malm). Il s'agit d'une épaisseur

⁴ DIAG-SOL – Etude géotechnique de conception – Mission G2 Phase AVP + PRO – Dossier n°SA210242 – Mairie de Ruelle sur Touvre – Ruelle-sur-Touvre (16600)

série de marnes et de calcaires marneux du Kimméridgien, de 150 à 200 m d'épaisseur, qui surmonte la série calcaire de l'Oxfordien (faciès « rauracien »), épaisse de plus de 130 m.

4.10.2. CONTEXTE STRUCTURAL

Le secteur Nord-Est de la feuille géologique d'Angoulême où se trouve le projet est marqué par une zone monoclinale faillée. Les affleurements de ce secteur portent les marques d'une tectonique cassante. Le Jurassique est parcouru par un réseau de failles parfois difficilement observables.

Les fractures majeures suivent deux directions orthogonales, l'une NW-SE (direction sud-armoricaine) et l'autre NE-SW. La carte géologique du secteur ne recense pas de lignes de faille au droit du projet et dans son environnement proche.

Il est possible que le projet se trouve à proximité ou au droit du prolongement de la faille de l'Echelle, de direction sud-armoricaine, qui s'arrête sur la carte géologique d'Angoulême à 3.1 km au sud-est du projet, vers Bellevue, et qui réapparaît à 3.2 km au nord, vers Lansac. Il s'agit d'une faille conforme, légèrement inverse, dont le rejet est de l'ordre de 20 m à Champniers.

4.11. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

4.11.1. LES RESERVOIRS LOCAUX

Dans les calcaires argileux et les marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur), la nappe en réseau (porosité de fissures et de fractures, voire de drains) est peu présente à l'exception des bordures de chaque vallée active.

Les premiers mètres rencontrés dans ces formations peuvent héberger une nappe superficielle développée dans la frange altérée des calcaires, peu productive et vraisemblablement tarie en plein étiage, dans laquelle sont implantés des puits domestiques de moins de 20 m de profondeur.

4.11.2. OUVRAGES PRODUCTIFS DANS LE SECTEUR

Il y a peu de forages productifs dans le secteur.

Quelques puits sont implantés dans les alluvions de la Touvre. Au plus proche du projet, ces alluvions sont rencontrées à l'affleurement à 550 m au nord.

Aucune donnée d'archive de la BSS ne fournit d'indication sur la productivité des puits alentours. Ces ouvrages ne dépassent pas les 20 m de profondeur dans un rayon de 2 km autour du projet.

Le forage AEP de Chamarande (BSS001UCBN) est implanté sur commune de Viville à 2.9 km au Nord-Nord-Est du projet, à proximité de la rive droite de la Viville.

La productivité de cet ouvrage a été démontrée par les mesures réalisés par HYDRO INVEST avant, pendant et après les travaux de cimentation du fond.

La reconnaissance, les équipements et l'historique de suivi de ce forage démontrent qu'aucune ressource n'a été rencontrée dans le Kimméridgien au-dessus de 350 m de profondeur.

A 2.3 km à l'Ouest-Nord-Ouest, vers le lieu-dit chez Tendry, un forage de reconnaissance a été réalisé dans le Kimméridgien jusqu'à 310 m de profondeur.

Les diagraphies réalisées par HYDRO INVEST ont montré un forage très faiblement artésien ($Q < 10$ L/h) avec un niveau productif probablement situé vers 137 m de profondeur dans le Kimméridgien inférieur. Le besoin du maître d'ouvrage était de de 6 à 7 m³/h sur 8h (environ 50 m³/j). Ce forage n'a pas été exploité.

4.11.3. PIEZOMETRIE

Il n'y a pas de chronique de suivi piézométrique dans le secteur et au droit de la nappe ciblée par le projet.

4.12. DESCRIPTION DES SOLUTIONS GEOTHERMIQUES

4.12.1. RESUME DU PROJET DE FORAGE

Le projet de forage est dans un premier temps de réaliser un forage de reconnaissance jusqu'à 150 m de profondeur dans les calcaires argileux et marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur) pour évaluer la présence d'une ressource en eau souterraine en mesure de répondre au besoin (débit d'exploitation escompté : 4 m³/h) :

- En cas de ressource conforme en quantité et en qualité, les travaux s'orienteront vers la réalisation d'un doublet.
- En cas de ressource inadéquate, les travaux s'orienteront vers la réalisation de 3 sondes verticales à 150 m de profondeur.

4.12.2. DOUBLET GEOTHERMIQUE

4.12.2.1. PROJET DE TRAVAUX

L'étude de préfaisabilité de ce projet de géothermie a conduit à retenir la nappe du Jurassique supérieur (calcaires argileux et marnes du Kimméridgien) comme cible pour la réalisation d'un doublet.

L'objectif de ce doublet est de puiser et réinjecter dans la même nappe un débit de 4 m³/h.

En cas d'échec, ces forages seront transformés en sondes verticales (cf. § 4.12.3).

HYDRO INVEST assurera la coordination et le suivi géologique de ces travaux (Lot Forage).

Au vu des terrains calcaires sous-jacents au droit du site, le mode de forage préconisé sera le marteau fond-de-trou, méthode usuellement utilisée pour forer dans les calcaires qui permet de plus de relever la coupe géologique mètre par mètre et d'identifier les venues d'eau.

En cas de mise en évidence par sondage mécanique de venues d'eau pertinentes, chaque forage sera alésé et équipé en tubage PVC, crépiné au droit des arrivées d'eau.

La productivité du forage de réinjection doit être à minima aussi bonne que celle du forage de pompage pour assurer une bonne injection.

La productivité des forages, les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe sollicitée au droit de ces ouvrages et la qualité de l'eau puisée seront évaluées par des essais de pompage menés par HYDRO INVEST et par des analyses physico-chimiques de l'eau puisée par un laboratoire certifié COFRAC en suivant un protocole conforme à la réglementation GMI (arrêté du 25 juin 2015).

L'évaluation de la faisabilité de cette solution sur doublet est scindée en deux étapes :

- Réalisation d'un premier forage (F1) :
 - travaux de foration par un foreur certifié RGE QUALIFORAGE module Nappe, suivi géologique des travaux par HYDRO INVEST,
 - en cas de venues d'eau suffisantes : alésage et équipement provisoire du forage, essais par pompage avec suivi de niveau d'eau, température et conductivité, analyses physico-chimiques sur échantillon d'eau puisée en fin de pompage puis évaluation intermédiaire de la solution sur doublet à partir des résultats de pompage et d'analyse en vue de la réalisation du second forage,
 - en l'absence de venues d'eau insuffisantes : transformation de l'ouvrage en sonde verticale et réalisation des deux autres sondes (cf. § 4.12.3).
- Réalisation d'un second forage (F2), essais de pompage et de réinjection, avec suivi des niveaux d'eau, températures et conductivités dans les 2 forages, conclusions sur la faisabilité de la solution sur doublet (exploitation ou transformation des forages en sondes verticales).

En cas de réussite de la solution sur doublet, HYDRO INVEST assurera :

- Le montage du dossier de demande de permis d'exploitation du doublet,
- La mise en œuvre des travaux d'équipement définitif des forages et leur raccordement à la PAC eau/eau (Lot Forages), en collaboration avec ITES (Lot Chauffage Ventilation Climatisation).

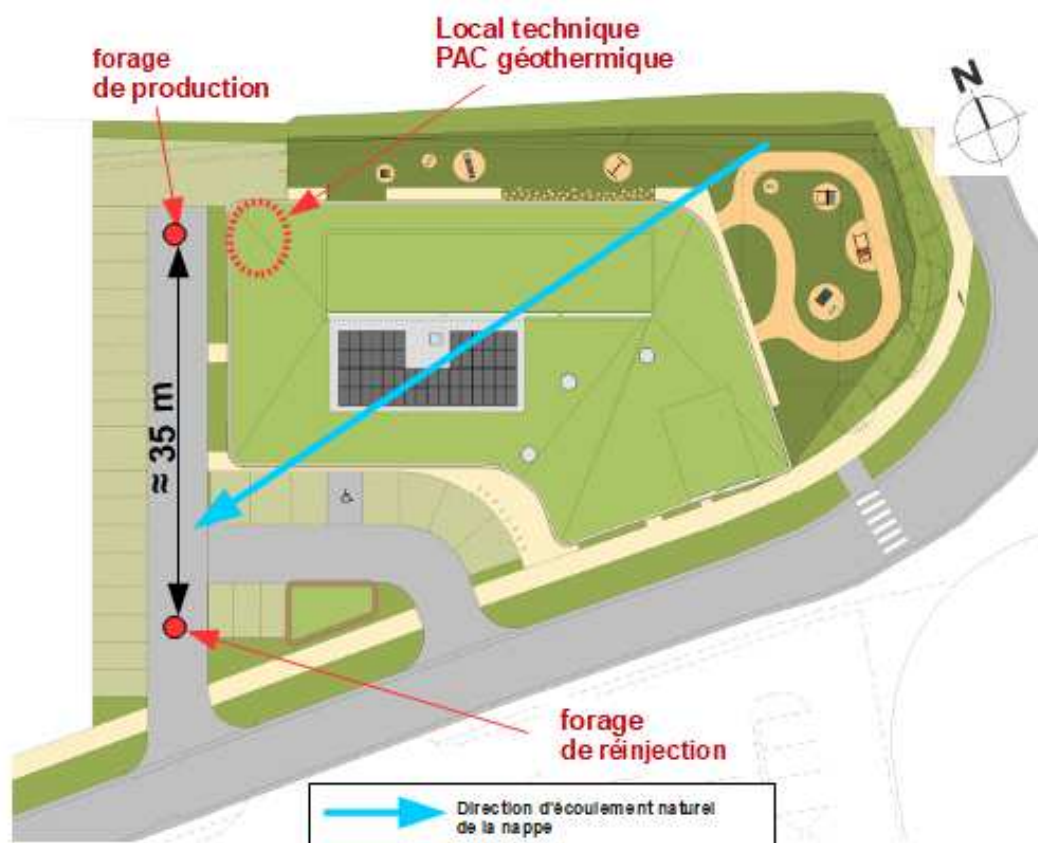
4.12.2.2. IMPLANTATION DU DOUBLET

L'implantation du doublet est présentée sur la figure suivante et § 4.6 (coordonnées géographiques).

Cette implantation tient compte du sens d'écoulement de la nappe, du parcellaire du projet et de l'écartement maximal envisageable entre les forages F1 et F2 (environ 35 m) au vu des aménagements prévus au droit du parcellaire.

Le forage de production (pompage) est prévu sur l'implantation F1 et le forage de réinjection est prévu sur l'implantation F2 (cf. § 4.6).

Figure 7 : Implantation du doublet géothermique sur plan de masse



4.12.2.3. DIMENSIONNEMENT DES FORAGES ET EXPLOITATION

Coupe technique et géologique prévisionnelle des forages : **Figure 4** en annexe

La coupe technique et géologique présentée est indicative et sera adaptée en fonction des venues d'eau reconnues.

La profondeur maximale des sondages mécaniques de reconnaissance pour la recherche en eau au droit des implantations F1 et F2 est de 150 m.

Dimensionnement, demande en puissance et exploitation

- Profondeur des forages : 150 m
- Distance entre les 2 forages : 35 m
- Puissance à récupérer dans le terrain : 19 kW (demande de pointe)
- Débit à prélever/réinjecter dans la nappe : 4 m³/h
- Température de l'eau prélevée : 15 à 16°C
- Température de l'eau réinjectée en hivers : 10 à 11 °C
- Température de l'eau réinjectée en été : 20 à 21 °C

Equipement des forages :

- Pour les deux forages (F1 et F2) : tubage de protection acier en tête et cimentation de l'annulaire de l'avant-trou, colonne d'exhaure en PVC avec crépine au droit des arrivées d'eau ;
- Forage de pompage (F1) équipé d'une pompe immergée 3" avec colonne d'exhaure ;
- Forage de réinjection (F2) équipé d'une colonne plongeante ;
- Forages protégés en tête du ruissellement par un regard cimenté, étanche, fermé par une plaque en fonte résistant au passage de véhicules ;
- Forage de pompage raccordé à l'échangeur en chaufferie par conduite PEHD 50 ou 80 mm calorifugée et enterrée ;
- Echangeur raccordé au forage de réinjection par conduite PEHD 50 ou 80 mm enterrée.

4.12.2.4. VOLUME D'EAU EXPLOITE

Usage	Période	m ³ /h	m ³ /j	m ³ /an
Pompe à chaleur eau-eau	2000 heures/an	4		Environ 8 000 m ³

L'intégralité du débit prélevé sera réinjectée dans la même nappe.

Il n'y a aucune perte nette de volume d'eau pour la ressource en eau souterraine utilisée.

4.12.2.5. DESCRIPTIF DES TRAVAUX

Coupe technique et lithologique prévisionnelle des forages : **Figure 4** en annexe

Les phases de travaux de réalisation du doublet sont présentées ci-dessous. :

- Implantation des points de foration F1 et F2 pour les sondages de reconnaissance (géomètre)
- Réalisation du sondage de reconnaissance à l'implantation F1 (dont suivi géologique par HYDRO INVEST) :
 - Foration Ø311 mm sur 20 m
 - Pose d'un tube de tête acier Ø244 ou 250 mm sur 20 m
 - Poursuite reconnaissance au marteau fond-de-trou Ø152 mm de 20 m jusqu'à la profondeur maximale de 150 m

Si nappe existante et productive (4 m³/h)

- Transformation du sondage de reconnaissance en forage (F1) :
 - Cimentation du tube acier en tête
 - Alésage Ø216 ou 222 mm
 - Développement du forage par soufflage 8h
 - Pose tube plein PVC Ø160x180 mm sur toute la hauteur de l'ouvrage, excepté dans les zones de venues d'eau (PVC crépiné)

- Aménagement d'une tête étanche (en attente de réalisation du regard)
- Mesures de terrain (si nécessaires) :
 - Diagraphie CBL ou test d'étanchéité si un aquifère est isolé pour évaluer la cimentation (obligatoire)
 - Diagraphie de radioactivité naturelle pour reconnaissance de la géologie
 - Diagraphie vidéo
 - Mesures de flux, température, conductivité dans la colonne d'eau
- Pompage d'essai :
 - Par paliers (4x1h) : évaluation de la productivité du forage F1
 - Longue durée (24h) : évaluation des paramètres hydrauliques de l'aquifère au droit du forage (F1)
 - *Pendant les essais, suivi en continu : débit, niveau d'eau, température, conductivité.*
 - *En fin d'essai, prélèvement d'eau et mesures in situ :*
 - *Mesures sur site : température, pH, Eh (potentiel redox), oxygène dissous, conductivité*
 - *Analyses physico-chimiques par un laboratoire accrédité COFRAC (prélèvement sur robinet stérilisé en sortie de colonne) : MES, turbidité, TA, TAC, TH, COT, CO2 dissous, anions et cations majeurs (balance ionique), fer total, fer dissous (Fe²⁺), cuivre, zinc, manganèse total, manganèse dissous (Mn²⁺), aluminium, nitrites, ammonium, phosphates, MES, bactéries ferro-oxydantes (FeOB), bactéries sulfato-réductrices (BSR), bactéries thiosulfato-réductrices (BTR) (analyse des bactéries sur MES après filtration).*
- Réalisation du second forage à l'implantation F2 (dont suivi géologique par HYDRO INVEST) selon les mêmes étapes que pour le forage F1
- Mesures de terrain (si justifiées) :
 - Diagraphie CBL ou test d'étanchéité (obligatoire)
 - Diagraphie de radioactivité naturelle
 - Diagraphie vidéo
 - Mesures de flux, température, conductivité
- Pompage d'essai
 - Par paliers (4x1h) : productivité du forage (F2)
 - Test d'injection longue durée (24h) : pompage dans F1 et réinjection dans F2
- Dossier final de faisabilité et de fin de travaux, demande d'exploitation
- Equipement des ouvrages :
 - Forage de puisage : pompe immergée Ø3" et colonne d'exhaure,
 - Forage de réinjection : colonne d'injection immergée dans la colonne d'eau,

- Matériel de suivi du doublet : sondes de mesure des niveaux d'eau/pression, des températures en entrée/sortie d'échangeur, centrale d'acquisition, débitmètre en amont de l'échangeur
- Aménagement des regards étanches en tête de chaque forage et des raccordements jusqu'à la chaufferie (échangeur et PAC)

Si nappe inexistante ou insuffisamment productive (< 4 m³/h) et/ou eau de qualité trop médiocre

→ **Réalisation de sondes verticales** (cf. § 4.12.3)

4.12.2.6. QUALITE DE L'EAU ET AMENAGEMENTS

Température prévisionnelle de l'eau puisée au forage F1 : 15 à 16°C

Qualité de l'eau souterraine attendue dans le réservoir ciblé : faciès bicarbonaté calcique, moyennement à fortement minéralisée, susceptible de présenter une dureté importante, qualité microbiologique incertaine.

Les tubages de complétion des forages seront en PVC, ce qui permet de limiter le risque de corrosion et de vieillissement prématuré.

En cas de venues d'eau, les caractéristiques des crépines et le développement des forages (soufflage) permettra la production d'une eau exempte de particules fines susceptibles de colmater la boucle thermique (circuit primaire).

Le circuit primaire, dont les forages, devra être parfaitement étanche de manière à éviter toute entrée d'air susceptible de provoquer l'oxydation avec précipitation du fer dissous et de carbonate de calcium notamment.

En exploitation, le maintien en pression des conduites de la boucle thermique sera privilégié pour éviter le risque de colmatage. Le risque de dépôt est quantifié par l'indice de saturation du fluide vis-à-vis de chaque phase minérale susceptible de précipiter. Cet indice évolue en fonction du pH, de la température et de l'état d'oxydation de l'eau (potentiel redox). Le maintien d'une pression, en tout point de l'installation supérieure à la pression de point de bulle permet de limiter ce risque.

Une tuyauterie transparente sera installée en local technique, avant entrée de l'eau puisée dans l'échangeur, pour permettre un contrôle visuel de la turbidité de l'eau.

Il faudra également prévoir un robinet pour les prélèvements en phase d'essai et en phase d'exploitation afin de faire analyser l'eau du circuit primaire.

L'analyse exhaustive des paramètres de qualité, par un laboratoire certifié, sur échantillon d'eau prélevée pendant les essais de pompage permettra d'ajuster l'équipement du circuit primaire (tamis filtrant, etc).

4.12.3. SONDES VERTICALES

4.12.3.1. PROJET DE TRAVAUX

Cette méthode est une alternative à la géothermie sur nappe (système ouvert) et est envisagée pour le présent projet en cas d'échec de la recherche en eau.

La géothermie sur sonde permet de capter la chaleur du sous-sol par mise en circulation d'un fluide caloporteur (eau glycolée) en circuit fermé.

Le champ de sondes est constitué de plusieurs forages verticaux dans lesquels sont installées des boucles de sonde en polyéthylène (PE) dans lesquelles circule le fluide caloporteur.

Après mise en place des boucles de sonde, le forage est cimenté par injection d'un laitier géothermique qui assure l'étanchéité de l'ouvrage et la conduction thermique entre les sondes et le terrain.

Chaque boucle de sonde est testée en pression avant son installation dans le forage puis après cimentation afin de prévenir toute fuite.

Après cimentation, les sondes verticales sont raccordées à une pompe à chaleur eau glycolée/eau par canalisations PEHD calorifugées et enterrées qui se rejoignent au niveau d'un collecteur extérieur muni d'un regard.

La chaleur des terrains est récupérée par mise en circulation du fluide caloporteur.

Le présent projet de champ de sondes a pour objectif l'aménagement de 3 sondes verticales (SGV) à 150 m de profondeur en cas d'abandon de la solution sur doublet.

HYDRO INVEST assurera :

- la mise en œuvre et la coordination du Lot Forages (sondes verticales),
- la réalisation du dossier de demande de permis d'exploitation du champ de sondes,
- la mise en œuvre des travaux de raccordement des sondes verticales à la PAC eau/eau, en collaboration avec ITES (Lot Chauffage Ventilation Climatisation).

4.12.3.2. IMPLANTATION DES SONDES VERTICALES

L'implantation des 3 sondes verticales (SGV) est présentée ci-dessous.

Cette implantation prend en compte :

- un espacement d'au moins 10 m entre chaque sonde verticale, distance pertinente pour limiter au maximum les interactions thermiques entre les sondes verticales, phénomène

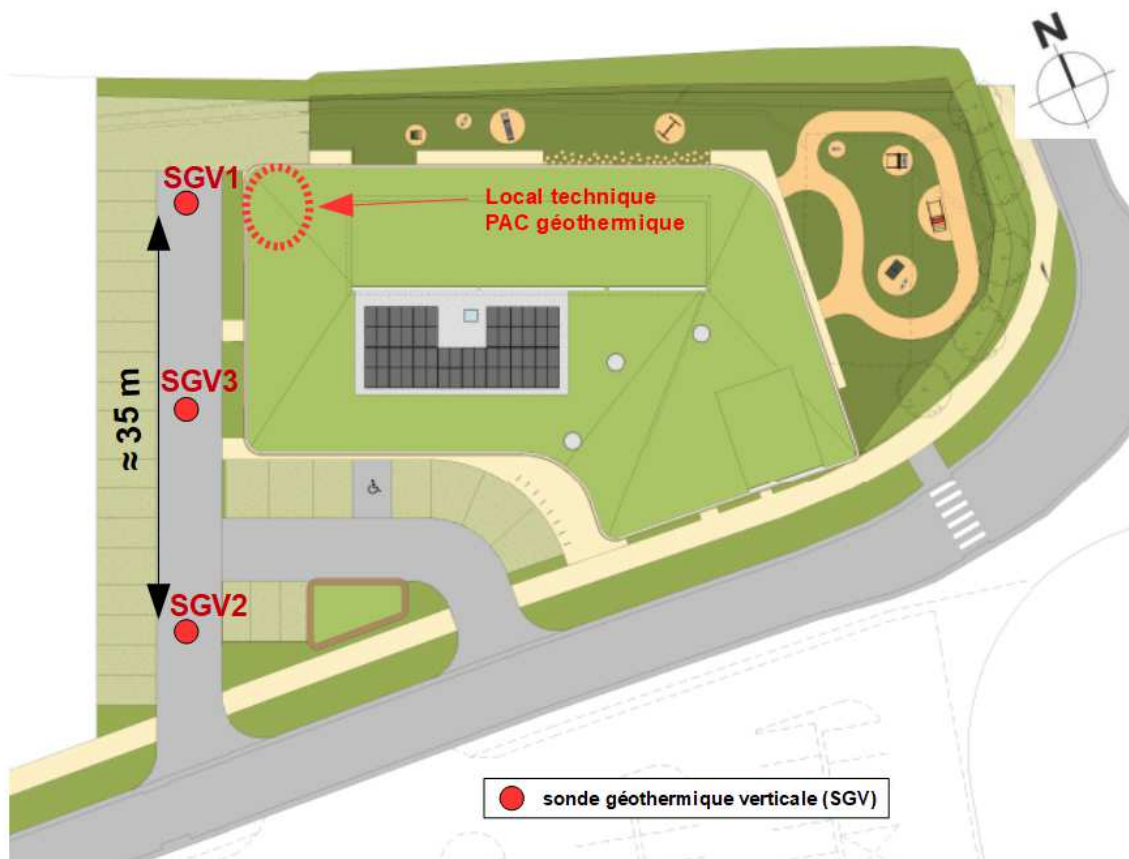
nuisible à la productivité et à la durabilité du champ de sondes (un espacement minimal de 10 m est généralement recommandé),

- la réglementation qui impose d'implanter les sondes verticales à au moins 5 m d'une limite de propriété (réglementation GMI du 25 juin 2015).

En cas d'échec de la recherche en eau (implantation SGV1 sur le plan de masse ci-dessous), le forage de reconnaissance sera transformé en sonde verticale et 2 autres sondes seront installées (SGV2 et SGV3).

En cas de réussite de la recherche en eau (implantation SGV1 ci-dessous) mais en cas d'échec de la réinjection sur le second forage (implantation SGV2), ces deux forages seront transformés en SGV et une troisième sonde (SGV3) sera installée.

Figure 8 : Implantation des sondes géothermiques verticales (SGV)



4.12.3.3. DIMENSIONNEMENT DES FORAGES ET EXPLOITATION

Coupe technique et géologique prévisionnelle des forages : **Figure 5** en annexe

La conductivité thermique attendue dans les terrains calcaires et marneux du Kimméridgien se situe dans la plage 1.5 à 3.5 W/K.m.

Cette gamme de conductivité situe l'apport en puissance de la formation vers 40 à 45 W/m sur la base d'un fonctionnement de 1800 h/an (d'après BRGM, rapport RP-53675-FR).

Dimensionnement, demande en puissance et exploitation :

- Profondeur de chaque sonde verticale : 150 m
- Puissance à récupérer dans le terrain : 19 kW (demande de pointe)
- Apport estimatif du terrain : à minima 40 W par mètre linéaire de sonde
- Réalisation de 3 sondes géothermiques verticales (SGV) à 150 m de profondeur (450 ml)
- Espacement entre chaque sonde verticale : au moins 10 m, conforme pour une exploitation durable sans perte de productivité
- Exploitation prévisionnelle : 2000 heures/an (tranche haute)

4.12.3.4. DESCRIPTIF DES TRAVAUX

Une coupe technique et géologique prévisionnelle est fournie : cf. **Figure 5** en annexe

Le dimensionnement est identique pour les 3 sondes verticales prévues (profondeur, diamètres, équipement).

Les étapes de réalisation du champ de sondes sont indiquées ci-dessous:

- Implantation des 3 SGV (géomètre)
- Réalisation des 3 SGV (suivi géologique par HYDRO INVEST) :
 - Foration Ø152 mm jusqu'à 150 m
 - Test en pression de la sonde
 - Pose des boucles de sonde en PE Ø32 mm jusqu'en fond de forage
 - Cimentation sous pression par le bas avec un coulis géothermique
 - Test en pression de la sonde cimentée
- Mise en place du collecteur extérieur
- Creusement des tranchées et raccordement des SGV jusqu'au collecteur avec des canalisations PEHD calorifugées
- Réalisation des tranchées et des percées du collecteur jusqu'à la chaufferie et raccordement des PEHD calorifugées du collecteur jusqu'à la pompe à chaleur eau glycolée/eau
- Recouvrement des tranchées et des têtes de forage (sondes verticales) dans les règles de l'art, remise en état du site après travaux
- Mise en place d'un repère au sol au droit de chaque sonde verticale après mise en place de la couche de forme de la voirie où se trouvent les sondes

4.13. PRISE EN COMPTE DES CONTRAINTES

4.13.1. EN PHASE TRAVAUX

4.13.1.1. NORMES, QUALIFICATIONS ET PRESCRIPTIONS

Les ouvrages et les travaux de forage géothermique devront répondre :

- aux prescriptions de l'arrêté du 25 juin 2015 relatif à la Géothermie de Minime Importance

(GMI) : pour rappel, bien que n'entrant pas dans le cadre réglementaire de la GMI du fait de la présence du projet dans le périmètre de protection rapprochée de l'AEP de Coulonge, le dimensionnement des forages et leur exploitation demeurent conformes aux prescriptions de cette géothermie réalisée à faible profondeur,

- sur doublet, aux exigences de la norme NF X10-999 relative aux forages d'eau et aux ouvrages de géothermie,
- sur sondes verticales, aux exigences des normes NF X 10-970, NF X 10-960, et NF XP X 10-950 relatives aux sondes géothermiques verticales.

Pour la réalisation du doublet, l'entreprise de travaux devra posséder la qualification RGE OPQIBI QUALIFORAGE NAPPE.

Pour la réalisation du champ de sondes, l'entreprise de travaux devra posséder la qualification RGE OPQIBI QUALIFORAGE SONDE.

Ces qualifications attestent de la compétence, de l'expérience et des références du prestataire de travaux pour réaliser les forages géothermiques.

Le choix d'un prestataire ayant ces deux qualifications est privilégié pour réaliser les travaux de forage avec un prestataire unique.

Le prestataire devra être expérimenté dans le forage en terrain calcaire.

En tant que responsable du Lot Forage, HYDRO INVEST assurera :

- la sélection du prestataire en charge des travaux de forage, en coordination avec les autres lots dédiés à la construction de la crèche,
- une assistance à l'organisation des travaux,
- un suivi et un contrôle sur site des travaux (suivi géologique) et des équipements,
- la mise en œuvre des essais de pompage et de l'analyse physico-chimique de l'eau pompée, puis les conclusions sur la faisabilité de la solution sur doublet,
- les rapports de suivi chantier,
- le dossier de demande d'exploitation des forages géothermiques.

HYDRO INVEST possède la qualification OPQIBI RGE n°1007 Etude des ressources géothermiques et des références récentes pour assurer ces missions.

4.13.1.2. ORGANISATION DES TRAVAUX

Un coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) sera désigné dans le cadre des travaux de construction de la crèche et veillera au bon déroulement des travaux, dans le respect des réglementations et normes en vigueur.

Une DT-DICT sera réalisée par la maîtrise d'œuvre et les prestataires de travaux pour les forages et les raccordements.

Les implantations des forages sur site seront réalisées par un géomètre, en accord avec la DICT et selon les prescriptions réglementaires afin de ne causer aucun dommage aux éventuelles canalisation enterrées existantes.

L'accès au site se fera par l'ouest via un chemin en terre accessible par l'avenue Jean Mermoz : aucune contrainte d'accès et aucune gêne de circulation à prévoir.

Figure 9 : Voie d'accès au chantier



Les travaux de forage géothermique et de raccordement vers la pompe à chaleur seront réalisés selon les méthodes et avec les équipements requis :

- Travaux en terrain stabilisé et plat ;
- Chantier sécurisé, balisé, clôturé, interdit au public ;
- Phasage du Lot Forages en coordination avec les titulaires des autres lots de travaux et notamment des lots Gros Œuvre, VRD et CVC ;
- Matériel de travail, équipements et aménagements conformes aux normes et réglementations en vigueur ;
- Travaux de forage réalisés avant la construction du bâtiment ;
- Fiches techniques des équipements (tubages, etc) fournis par l'entreprise de travaux à HYDRO INVEST avant mise en place pour validation ;
- Titulaire des travaux de forage responsable de l'amené et du repli du matériel nécessaire pour réaliser les ouvrages ;
- Chantier aménagé de manière à prévenir toute fuite d'hydrocarbure ou autre polluant potentiel ;
- Forages prioritairement réalisés au marteau-fond-de-trou.

- Cahier de chantier tenu à jour quotidiennement par le prestataire consignnant les travaux effectués, les quantités utilisées (main d'œuvre, matériels, fourniture, etc), les éventuels incidents ;
- Pour chaque phase de cimentation, une éprouvette de contrôle sera prise en surface ;
- Tracé des tranchées pour le passage des conduites de transfert du fluide thermique privilégiant les espaces verts ;
- Maintien du chantier en bon état de propreté ;
- Remise en état du site et/ou des voiries en cas de détérioration ;
- Déchets de chantier évacués dans les filières spécifiques à chaque déchet ;
- Travaux réalisés hors week-end, hors jours fériés et en journée (7 à 19h).

4.13.1.3. APPROVISIONNEMENTS

L'approvisionnement en eau et en électricité est prévu sur ce chantier, ainsi qu'une base vie. L'entreprise de travaux assurera les autres approvisionnements nécessaires (hydrocarbures, produits d'entretien,...) avec les équipements permettant d'éviter tout risque de pollution (bâches, etc...).

4.13.1.4. PRECONISATIONS POUR LA REALISATION D'UN DOUBLET

Au vu du contexte hydrogéologique local, le risque de communication inter-nappe est inexistant. Les forations seront réalisées dans les terrains du Jurassique supérieur (Kimméridgien). Les forages sur doublet seront équipés en tête d'un tubage acier cimenté de 0 à 20 m afin de stabiliser les terrains de surface et d'aveugler les potentielles venues d'eau de subsurface. La cimentation de l'annulaire des forages sera réalisée jusqu'à la cote sol et les tubages de tête seront rehaussés au-dessus de cette cote pour protéger les ouvrages du ruissèlement. La structure des forages permettra d'assurer la stabilité des ouvrages et la préservation des venues d'eau souterraine traversées. Le suivi géologique et hydrogéologique sur site des travaux de forage permettra d'adapter le programme à l'avancement. La coupe technique des forages sera adaptée en fonction des terrains et venues d'eau rencontrées, dans le cadre d'une concertation entre HYDRO INVEST et l'entreprise de forage. Si un aquifère superficiel est isolé, un contrôle de qualité de la cimentation par diagraphie CBL sera réalisé dans le cadre de la réception des forages, complété si besoin par une inspection vidéo.

Les travaux de forages sont prévus pour la fin du 3^{ème} trimestre/début du dernier trimestre 2022, en période de basses eaux, saison idéale pour vérifier la disponibilité de la ressource en eau souterraine en condition critique.

En cas de venues d'eau suffisantes, la productivité des deux forages (F1 et F2) sera évaluée par des essais de pompage pour conclure sur la faisabilité sur doublet.

Le choix du point de rejet de l'eau pompée lors des essais de pompage se fera en concertation avec la mairie de Ruelle-sur-Touvre.

Les eaux de pompage seront évacuées dans le réseau de collecte des eaux pluviales (sur accord du gestionnaire du réseau), dans une fosse ou sur une friche au voisinage du chantier, selon les possibilités du site.

Les eaux de pompage pourront être légèrement turbides au début des pompages.

La turbidité de l'eau sera contrôlée durant les essais de pompage.

Il n'y a pas de suspicion de pollution de la nappe ciblée par ce projet au droit et au voisinage des implantations.

Les analyses physico-chimiques par un laboratoire certifié COFRAC sur un échantillon d'eau prélevée en fin de pompage permettra de vérifier la conformité de la ressource pour l'usage géothermique prévu.

Les essais de pompage et les analyses physico-chimiques seront réalisés conformément à la réglementation GMI en vigueur (arrêté du 25 juin 2015).

Les essais et analyses à réaliser en GMI (cf. § 4.12.2.5) sont exhaustifs pour vérifier la conformité de la ressource en eau souterraine pour ce projet.

Les essais de pompage auront pour objectif :

- de vérifier la productivité de la ressource dans le forage de pompage,
- de vérifier la capacité de réinjection de la ressource puisée dans le forage de réinjection,
- d'évaluer le risque de recyclage de l'eau pompée et notamment l'influence thermique de la réinjection au forage F2 sur l'eau pompée au forage F1

⇒ *un recyclage excédentaire de l'eau pompée entrainera l'abandon de la solution sur doublet pour la solution sur sondes verticales,*

Les essais et analyses permettent, en cas de validité de la solution sur doublet, d'adapter l'équipement définitif de la boucle géothermale (têtes de forage, filtration de l'eau puisée avant entrée dans l'échangeur, etc).

4.13.1.5. PRECONISATION POUR LA REALISATION DES SONDES VERTICALES

La proposition d'une solution sur sondes verticales en alternative à la solution sur doublet vient de l'incertitude de rencontrer des venues d'eau exploitables pour développer la solution sur doublet (risque géologique).

En cas d'impossibilité de mettre en œuvre la solution sur doublet, le projet prévoit la transformation des/du forage(s) provisoire(s) de recherche en eau en sonde(s) verticale(s) et de poursuivre les travaux pour mettre en place un champ de 3 sondes verticales de 150 m de profondeur.

Il n'y a pas d'essai spécifique à réaliser pour confirmer la productivité des sondes verticales, uniquement des contrôles de pression des boucles de sonde et des raccordements pendant leur installation.

4.13.1.6. PROTECTION DES TÊTES DE FORAGE ET RACCORDEMENTS A LA CHAUFFERIE

Quel que soit la solution géothermique envisagée (doublet ou sondes verticales), les têtes de forage seront équipées et aménagées pour éviter tout risque d'intrusion du ruissellement et des eaux de subsurface.

Chaque forage sera équipé en tête d'un dispositif de protection étanche et protégé par les passages nécessaires : colonnes d'exhaure et d'injection sur doublet ou boucles de sonde sur sondes verticales raccordées aux canalisations d'acheminement vers la chaufferie.

Pour la solution sur doublet, chaque forage sera tubé acier et cimenté en tête.

Ce tubage de protection sera scellé en tête dans un regard cimenté et étanche.

Chaque regard sera fermé à la hauteur de la cote sol par un couvercle en fonte résistant au passage de poids lourds (forages implantés sur une voirie à l'ouest du bâtiment de la future crèche).

Les sondes verticales doivent être cimentées sur toute leur hauteur. Cette cimentation, en plus de favoriser la conductivité thermique entre les boucles de sonde et le terrain, protège l'ouvrage du ruissellement, des venues d'eau de subsurface, des venues d'eau plus profondes et de la détérioration des boucles de sonde dans le sous-sol.

Il n'y pas de regard à prévoir en tête de chaque sonde verticale, uniquement un repère au sol pour connaître leur position (les têtes de forage seront sous la cote sol).

Le regard se fait au niveau d'un collecteur extérieur implanté entre les sondes verticales et la chaufferie et par lequel transite les canalisations de raccordement.

Lors du raccordement des têtes de forage jusqu'en chaufferie et une fois les raccordements finalisés, des tests en pression et des tests de circulation sont réalisés pour vérifier l'absence de fuites et la conformité du circuit primaire en vue de son exploitation.

4.13.1.7. PERTURBATIONS DES RIVERAINS

Etant donné l'absence de voisinage proche (habitation tierce au plus proche à 70 m de l'implantation du forage F1) :

- il n'y a pas de risque de nuisances sonores problématiques en phase travaux au vu de l'implantation et des horaires de travail prévus (7h-19h), les machines seront insonorisées selon la réglementation en vigueur,
- il n'y a pas de risque de nuisances associées aux poussières de foration et aux possibles remontées d'eau pendant la foration.

Les outils du foreur seront adaptés pour pallier les risques de nuisances et les riverains prévenus des travaux.

4.13.2. EN PHASE EXPLOITATION

L'exploitant du réseau de chaleur de la crèche assurera le suivi et la maintenance des installations de géothermie.

Le prestataire chargé du suivi et de la maintenance tiendra à jour un registre qui recense les interventions, contrôles, livraisons de produit de traitement, vérifications des appareils de mesures et incidents éventuels.

4.13.2.1. SUIVI ET MAINTENANCE DE LA POMPE A CHALEUR

Le prestataire de suivi et de maintenance vérifiera l'énergie thermique transférée au réseau. Cette surveillance permet de s'assurer du bon fonctionnement des installations et d'en optimiser l'exploitation.

La pompe à chaleur sera contrôlée au minimum une fois par an par un professionnel chargé du contrat d'entretien qui vérifiera :

- l'état d'encrassement des filtres, de l'évaporateur et du condenseur ;
- le fonctionnement des voyants et des dispositifs de contrôle et d'alarme ;
- le niveau d'huile ;
- la pression de fonctionnement ;
- les intensités de démarrage et nominales.

Ces visites permettent un entretien préventif :

- de la charge en fluide frigorigène et de l'étanchéité du circuit ;
- du réglage du détendeur ;
- des réglages de sécurité.

Pour l'entretien de la pompe à chaleur, il convient de faire appel à un professionnel QualiPAC (ou qualification équivalente).

4.13.2.2. SUIVI ET MAINTENANCE DU DOUBLET

Pour la surveillance et l'entretien d'un doublet, il est important que l'installation soit instrumentée pour à minima suivre le débit à l'échangeur (débitmètre et/ou volucompteur), les niveaux d'eau dans les forages, les pressions dans le circuit primaire et la température en entrée/sortie d'échangeur.

Une tuyauterie transparente est envisagée en local technique pour contrôle visuel de la turbidité de l'eau en amont de l'échangeur.

Il faut également prévoir un robinet stérilisable au chalumeau pour prélèvements d'eau afin de faire analyser l'eau puisée.

La maintenance d'un dispositif sur doublet consiste à vérifier :

- les niveaux d'eau/pression de la colonne d'eau dans les forages de production et de réinjection (contrôle hebdomadaire à mensuel, voir quotidien lors de la première année d'exploitation) ;
- les températures de l'eau en entrée et en sortie d'échangeur (contrôle hebdomadaire) ;
- l'état du filtre en amont de l'échangeur (contrôle hebdomadaire) ;

- le bon fonctionnement du compteur d'eau (contrôle annuel).

Le maintien en pression des conduites de la boucle thermique sera privilégié pour éviter le risque de colmatage.

Le maintien d'une pression en tout point de l'installation supérieure à la pression de point de bulle permet de limiter ce risque.

Il est également indispensable d'interdire toute oxygénation de l'eau pouvant conduire à la précipitation d'oxyde de fer et de carbonate de calcium notamment.

Lors de la première année d'exploitation, HYDRO INVEST réalisera un suivi hydraulique et thermique du doublet à partir de mesures en continu (niveaux d'eau/pressions, températures, volume/débit puisé) avec compte-rendu mensuel et recommandations d'exploitation, de suivi et de maintenance.

Il est nécessaire de procéder tous les 10 ans à une inspection caméra des forages pour contrôler leur état. Ce contrôle vidéo peut également être justifié en cas d'anomalie constatée : perte de productivité, difficulté de réinjection, eau turbide, changement trop fréquent du filtre, etc.

Selon l'anomalie constatée, le diagnostic pourra si besoin être complété par :

- Un essai de pompage pour évaluer la productivité des forages ;
- Une diagraphie en statique et en dynamique de la température, de la conductivité et des flux ;
- L'analyse physico-chimique de l'eau puisée.

Le suivi du doublet et les éventuels diagnostics des forages permettent d'orienter les opérations de maintenance :

- régénération des forages : pompages de nettoyage, brossage des tubages PVC, etc.
- renouvellement d'équipement : pompe immergée, canalisation etc.

L'entretien et le diagnostic du doublet doivent être effectués par une entreprise spécialisée.

4.13.2.3. SONDES GEOTHERMIQUES VERTICALES

La maintenance des sondes géothermiques verticales comprend :

- Un contrôle annuel des différents organes de régulation (pompes de circulation) ;
- Un contrôle de la mesure du point de congélation dans le circuit primaire (tous les trois ans) ;
- Le remplacement total du liquide caloporteur (tous les 5 ans) ;
- La vérification de l'état des raccords en cas de détection de fuite(s).

Pour l'entretien des sondes verticales, il convient de faire appel à un professionnel QualiPAC (ou qualification équivalente).

5. ETUDE D'IMPACT

5.1. ETAT INITIAL

5.1.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Cf. **Figure 2** en annexe

Le parcellaire dédié à la construction de la crèche est actuellement une friche enherbée en zone périurbaine.

Le site est bordé par d'autres friches plus ou moins boisées et par des zones résidentielles (habitation la plus proche à environ 70 m au nord-est du site).

La route départementale D1000 longe à 75 m au sud dans la direction Est-Ouest.

L'espace Carat – Parc des expositions est implanté à 220 m au sud-ouest.

5.1.2. DOCUMENTS D'URBANISME

Le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) de la Communauté d'Agglomération Grand Angoulême ne présente pas de contre-indications ou de prescriptions pour la réalisation de forages à moins de 200 m de profondeur (doublet ou sondes verticales) en vue d'une exploitation géothermique pour la future crèche multi-accueil de Ruelle-sur-Touvre.

D'après le PLUi Partiel de la Communauté d'Agglomération Grand Angoulême approuvé le 05/12/2019, le projet de construction de la crèche est dans un secteur de projets à Orientation d'Aménagement et de Programmation thématique "Commerces et centralités".

5.1.3. GEOLOGIE

Cf. § 4.10

5.1.4. HYDROGEOLOGIE

5.1.4.1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Cf. § 4.11

5.1.4.2. AQUIFERES

L'aquifère sollicité correspond à l'entité hydrogéologique :

BDRHFv1 :

113 Aunis / Charente Nord

BD LISA :

352AC01 Calcaires argileux fissurés du Jurassique supérieur au nord du Bassin aquitain

5.1.4.3. MASSE D'EAU SOUTERRAINE

Masse d'eau concernée par le projet de doublet géothermique :

FRFG016 : Calcaires du Jurassique supérieur du BV Charente secteur hydro r0, r1, r2, r3, r5.

Tableau 9 : Etats et objectifs du SDAGE 2016-2021 pour la masse d'eau souterraine FRFG016

Etat de la masse d'eau (base de données 2007-2010)		Objectif	Echéance
FRFG016			
Etat quantitatif	Bon	Atteint	Bon état 2015
Etat chimique	Mauvais	Bon état	Bon état 2027

Source : Système d'Information sur l'Eau Adour-Garonne

Tableau 10 : Etat des lieux 2013 du SDAGE 2016-2021 - Pressions sur la masse d'eau souterraine FRFG016

Pression	FRFG016
Pression diffuse	
Nitrates d'origine agricole	Significative
Prélèvements d'eau	
Prélèvements	Non significative

Source : Système d'Information sur l'Eau Adour-Garonne

5.1.5. HYDROLOGIE

La Touvre s'écoule au plus proche à 860 m au nord-nord-est du site.

- **Bassin de gestion** : Adour-Garonne
- **UHR** : Touvre Tardoire Karst La Rochefoucauld
- **Région hydrographique** : La Charente
- **Rivière** : La Touvre
- **Code hydrographique** : R2330500
- **Masse d'eau rivière et objectif de qualité** :

FRFR8A - La Touvre du confluent du Rochejoubert au confluent de la Charente

Type : fortement modifiée

Evaluation SDAGE Adour-Garonne 2016-2021 selon données 2011-2012-2013 :

- Potentiel écologique : moyen
- Etat chimique : bon

Objectif d'état de la masse d'eau (SDAGE 2016-2021) :

- Objectif de l'état écologique : bon potentiel 2021
- Objectif de l'état chimique : bon état 2015

Pressions de la masse d'eau d'après le SDAGE 2016-2021 (Etat des lieux 2013) :

	Pressions
Pression ponctuelle :	
Pression des rejets de stations d'épurations domestiques :	Non significative
Pression liée aux débordements des déversoirs d'orage :	Non significative
Pression des rejets de stations d'épurations industrielles (macro polluants) :	Significative
Pression des rejets de stations d'épurations industrielles (MI et METOX) :	Non significative
Indice de danger « substances toxiques » global pour les industries :	Significative
Pression liée aux sites industriels abandonnés :	Inconnue
Pression diffuse :	
Pression de l'azote diffus d'origine agricole :	Non significative
Pression par les pesticides :	Non significative
Prélèvements d'eau :	
Pression de prélèvement AEP :	Significative
Pression de prélèvement industriels :	Non significative
Pression de prélèvement irrigation :	Non significative
Altérations hydromorphologiques et régulations des écoulements :	
Altération de la continuité :	Elevée
Altération de l'hydrologie :	Minime
Altération de la morphologie :	Modérée

Source : Système d'Information sur l'Eau Adour-Garonne

- **Quantité d'eau** : station de suivi de la Touvre à Gond-Pontouvre (R2335050) :
 - Débit moyen : 10 m³/s

5.1.6. PRELEVEMENTS D'EAU ET USAGES

5.1.6.1. OUVRAGES DE PRELEVEMENT D'EAU SOUTERRAINE

Cf. **Figure 1** en annexe

Il n'y a pas d'ouvrage de prélèvement au droit du projet de construction de la crèche.

Existe-t-il des sources ou des ouvrages de prélèvement en nappe souterraine dans un rayon de 500 mètres ? OUI

6 ouvrages (puits et sources) sont référencés dans la BSS dans un rayon de 2000 mètres autour du projet de géothermie.

L'état de ces ouvrages (exploité, non exploité, etc) et leur type d'usage (domestique, industriel, etc) ne sont pas renseignés dans la Banque du Sous-Sol.

Les 4 puits recensés, au vu de leur faible profondeur (7 à 17 m), captent des nappes superficielles développées dans les alluvions ou les calcaires altérés.

Les 2 sources recensées, à plus de 1.5 km au sud du projet, drainent en pied de versant une nappe superficielle développée dans la frange altérée des calcaires du Turonien (Crétacé).

Tableau 11 : Ouvrages de prélèvement d'eau souterraine et sources dans un rayon de 2000 m autour du projet de géothermie

N° Point d'eau	Référence BSS	INSEE Commune	Commune	Lieu-dit	Nature	Profondeur (m)	Z sol (m)	Précision Z sol	X Lamb. 93 (m)	Y Lamb. 93 (m)	Distance au projet (m)
1	BSS001UCAY (07093X0055/P)	16291	RUELLE-SUR-TOUVRE	BEL AIR	PUITS	7.2	80	EPD	482855	6512034	250
2	BSS001UCAD (07093X0036/P)	16166	ISLE-D'ESPAGNAC(L')	LES GROIES	PUITS	12.7	70	EPD	483005	6510914	1020
3	BSS001UCAZ (07093X0056/P)	16291	RUELLE-SUR-TOUVRE	RELLETTE	PUITS	8.5	54	EPD	484304	6512092	1210
4	BSS001UCAE (07093X0037/HY)	16166	ISLE-D'ESPAGNAC(L')	RECOUX	SOURCE		60	EPD	482771	6510376	1530
5	BSS001UCAU (07093X0051/P)	16291	RUELLE-SUR-TOUVRE	LE COMBE AU LOUP	PUITS	17	63	EPD	483745	6513345	1550
6	BSS001UCCJ (07093X0093/S)	16374	SOYAUX	FONT NOIRE	SOURCE		66	MNT	483103	6509998	1990

Source : Banque du Sous-Sol - BRGM

5.1.6.2. PRELEVEMENT D'EAU SOUTERRAINE

D'après la base de données nationale sur les prélèvements d'eau (BNPE Eaufrance), de 2008 à 2019, pour tout type d'usage (eau potable, eau industrielle, eau turbinée en barrage, irrigation, etc), il n'y a pas eu de prélèvement d'eau souterraine sur la commune de Ruelle-sur-Touvre.

Le Système d'Information sur l'Eau Adour Garonne (SIEAG) confirme l'absence de prélèvement en 2020.

D'après ces bases de données, il n'y a aucun prélèvement sur la commune voisine de l'Isle d'Espagnac.

5.1.6.3. ZONE DE REPARTITION DES EAUX

ZRE, (décret n° 2003-868 du 11 septembre 2003 portant extension des Zones de Répartition des Eaux) les seuils d'autorisation et de déclaration pour les prélèvements, fixés notamment par la rubrique 1.1.2.0. et 1.2.1.0. de la nomenclature, sont abaissés par l'intermédiaire de la rubrique 1.3.1.0. :

1.3.1.0. A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, ouvrages, installations, travaux permettant un prélèvement total d'eau dans une zone où des mesures permanentes de répartition quantitative instituées, notamment au titre de l'article L. 211-2, ont prévu l'abaissement des seuils :

1° Capacité supérieure ou égale à 8 m³/h (A)

2° Dans les autres cas (D)

Ce projet de forages géothermiques est localisé en ZRE.

5.1.7. RISQUES NATURELS

5.1.7.1. INONDATION

D'après Géorisques, la commune de Ruelle-sur-Touvre :

- n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Inondation,
- ne fait pas partie des Territoires à Risque Important (TRI) pour l'aléa d'inondation,
- fait l'objet d'un Programme de Prévention pour le risque Inondation : PAPI complet Charente pour l'aléa inondation et PAPI intention Charente pour l'aléa inondation par une crue à débordement lent du cours d'eau.

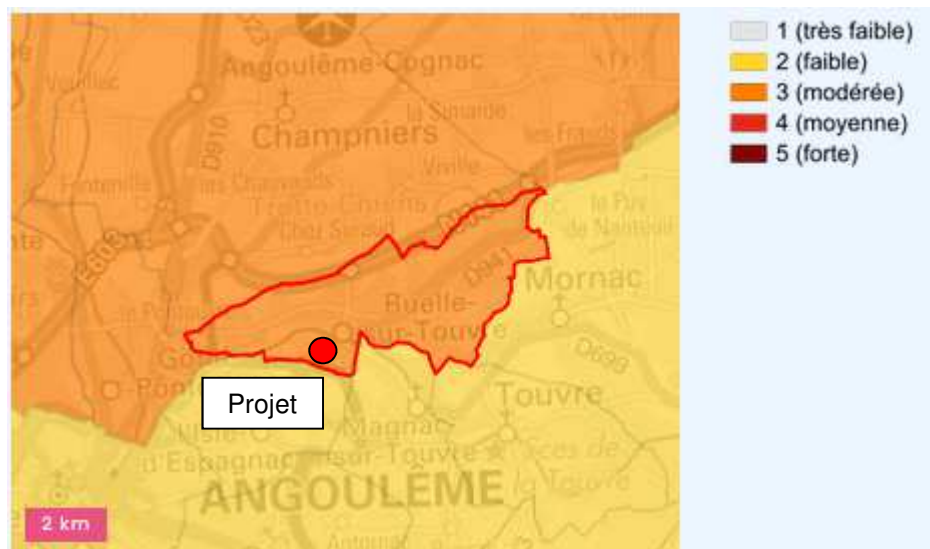
L'Atlas des Zones Inondables du Département Charente ne fait pas état de risque d'inondation pouvant affecter le site de construction de la crèche.

5.1.7.2. SEISMICITE

Le projet se situe en zone de sismicité : modérée (3)

Commune de Ruelle-sur-Touvre soumise à un Plan de prévention des risques sismiques : Non

Figure 10 : Zonage sismique et projet d'usage géothermique



Source : Géorisques - BRGM

Le nouveau zonage sismique de la France pour le bâti est entré en vigueur avec l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite à risque normal et aux décrets n°2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique et n°2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français. Ce zonage découpe le territoire français en 5 zones de sismicité (très faible, faible, modérée, moyenne, forte). Dans les zones 2 à 5, les règles de construction parasismique sont applicables aux bâtiments et ponts à risque normal. Ce zonage concerne environ 21 000 communes.

En complément, les arrêtés du 24 janvier 2011 et du 15 février 2018 fixent les règles parasismiques applicables à certaines installations classées en se fondant sur ce nouveau

zonage sismique de la France. Les installations nucléaires relèvent d'une réglementation spécifique appelée RFS 2001-01.

La réglementation en vigueur ne stipule aucune contre-indication pour ce projet de forages géothermiques.

5.1.7.3. MOUVEMENTS DE TERRAIN

D'après Géorisques, aucun mouvement de terrain n'est recensé dans la commune de Ruelle-sur-Touvre.

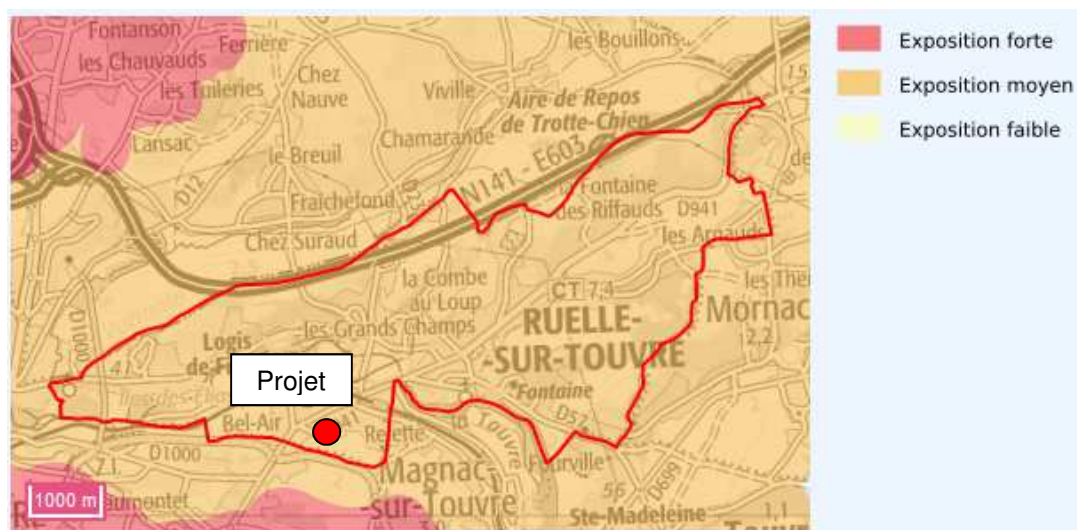
La commune n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain.

5.1.7.4. RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Le projet est en zone d'exposition moyenne.

Il n'y a pas de Plan de prévention des risques retrait-gonflement des sols argileux sur la commune de Ruelle-sur-Touvre.

Figure 11 : Risque de retrait-gonflements des sols argileux et projet d'usage géothermique



Source : Géorisques - BRGM

Seul un aléa fort signifie que des variations de volume ont une très forte probabilité d'avoir lieu. Ces variations peuvent avoir des conséquences importantes sur le bâti (comme l'apparition de fissures dans les murs).

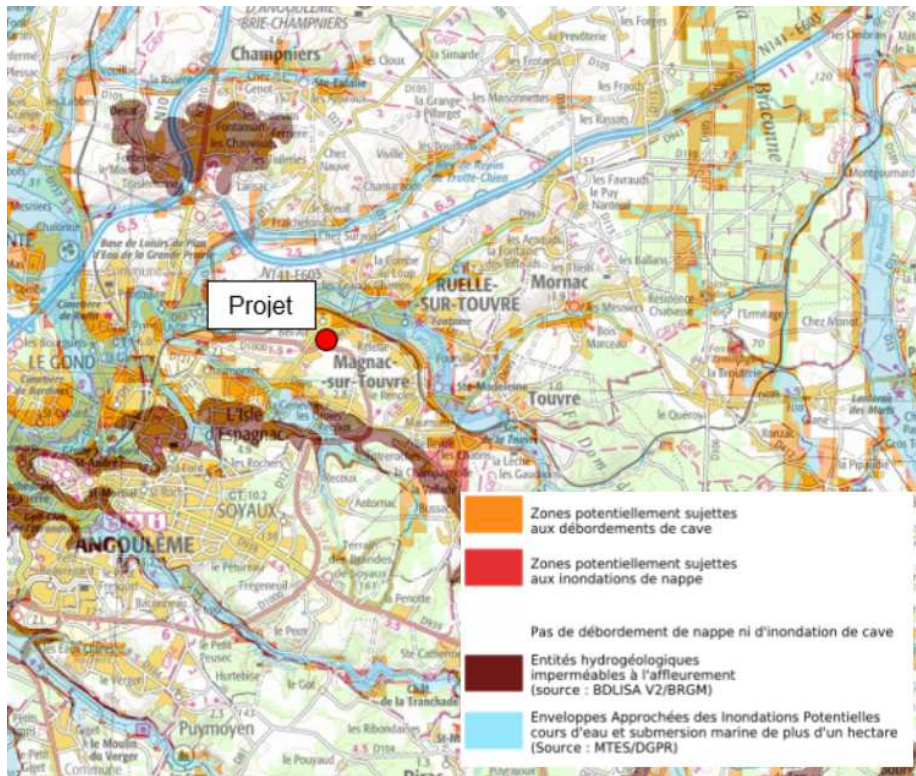
5.1.7.5. CAVITES SOUTERRAINES

Le projet ne se situe pas à proximité de cavités souterraines (cave, galerie, ouvrage civil, etc) recensées au droit de la commune.

5.1.7.6. REMONTEE DE NAPPE

Le projet ne se situe pas dans une zone potentiellement sujette aux débordements de cave et aux inondations de nappe.

Figure 12 : Risque de remontée de nappe et projet d'usage géothermique



5.1.8. PROCHE ENVIRONNEMENT

5.1.8.1. OCCUPATION DES SOLS

Le site de construction de la crèche est sur une friche enherbée en zone périurbaine. Ce périmètre est bordé par d'autres friches plus ou moins boisées et par des zones résidentielles. L'habitation la plus proche du site est à environ 70 m au nord-est du projet. La route départementale D1000 longe à 75 m au sud selon une direction Est-Ouest. L'espace Carat - Parc des expositions est implanté à 220 m au sud-ouest.

A moins de 35 m du projet, il n'y a pas de stockage d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres matières polluantes, de bâtiments d'élevage, d'ouvrages de traitement des eaux usées collectifs ou non collectifs.

À moins de 5 m du projet, il n'y a pas de conduite d'assainissement individuel ou collectif, ou autres matières polluantes.

5.1.8.2. PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE

D'après la cartographie nationale de l'Atlas des patrimoines du Ministère de la Culture, le projet de forages géothermiques :

- ne se situe pas dans l'emprise d'un site ou d'un immeuble classé ou inscrit ;
- n'est pas dans une zone de sensibilité archéologique donnée dans la cadre des documents d'urbanisme ;
- n'est pas dans un site patrimonial remarquable ;
- n'est pas dans une zone de protection au titre des abords de monuments historiques.

5.1.8.3. SITES POLLUES OU POTENTIELLEMENT POLLUES

D'après Géorisques, à moins de 1000 m du projet il existe un site pollué ou potentiellement pollué appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (BASOL) :

Identification de l'établissement

Identifiant de l'établissement : SSP0011981

Nom usuel : DCNS Equipements Navals

Code INSEE de l'établissement : 16291

Commune principale : RUELLE-SUR-TOUVRE

Information de l'administration concernant une pollution suspectée ou avérée (ex-BASOL)

Ancienne Megisserie Guibert

Date de dernière mise à jour : 24/03/2019

Autre(s) identifiant(s) : 16.0023 (BASOL)

Environnement :

Le site, d'une superficie totale d'environ 27 ha en 2015, est implanté sur la commune de Ruelle sur Touvre, à environ 6 km du centre-ville d'Angoulême.

L'exploitation a débuté en 1751 par la création de "La Forge de Ruelle" par le marquis de Montalembert, pour y fabriquer des canons de marine. En 1776, la Fonderie devient un établissement d'Etat.

L'établissement change de statut en 2003, devient une société privée et prend le nom de DCNS.

Le site de Ruelle-sur-Touvre est spécialisé dans la conception et la réalisation d'équipements des bâtiments de surface et des sous-marins.

Les activités (usinage, montage, traitement de surface et de peinture, chaudronnerie, etc) sont réglementées par un arrêté préfectoral d'autorisation en date du 3 mars 2008.

L'unique aquifère au droit du site est constitué d'alluvions modernes et anciennes. Il renferme la nappe alluviale de la Touvre dont le niveau est à moins de 5 mètres sous le sol.

Les eaux superficielles sont essentiellement représentées par la Touvre, cours d'eau qui traverse le site principal d'est en ouest. Cette rivière prend sa source à environ 3 km au sud-est et se jette dans le fleuve Charente à environ 5 km au sud-ouest du site.

⇒ *Ce site est localisé à 850 m au Nord-Est du projet de forages géothermiques.*

⇒ *Aucune information de pollution suspectée ou avérée n'est indiquée sur Géorisque au sujet de ce site.*

5.1.8.4. ACTIVITES INDUSTRIELLES

D'après la base de données GEORISQUES :

- Il n'y a pas d'installation nucléaire à moins de 10 km du projet ;
- Une canalisation de transport de matières dangereuses (gaz, hydrocarbures, produits chimiques) passe au plus proche à 800 m au Sud-Est du projet : canalisation GRDF de transport de gaz naturel ;
- Il n'y a pas d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) à moins de 1 km du site ;
- Il y a un établissement déclarant des rejets et transferts de polluants dans un rayon de 2 km autour du projet :

NAVAL GROUP (EX DCNS-EQUIPEMENTS NAVALS)

Activité APE principale : 30.11Z - Construction de navires et de structures flottantes

SIRET : 44113380800135

Code inspection : 0007203658

Mise à jour : année 2019

Localisation : à 850 m au Nord-Est du projet de forages géothermiques

Emissions de polluants :

- dans l'air : Zinc et composés (entre 223 et 975 kg/an de 2009 à 2017), Antimoine et composés (environ 30 kg/an en 2009 et 2010), Trichloréthylène (5000 kg en 2004)
 - dans l'eau (rivière : La Touvre) : Cadmium et composés (0.11 kg en 2007)
 - quantité de déchets produits ou traités : production de déchets dangereux (77 à 459 T/an entre 2004 à 2020)
 - prélèvements d'eau : eau de surface et réseau (entre 14000 à 420000 m³/an de 2004 et 2020)
- Il n'y a pas d'autre type d'établissement déclarant des rejets et transferts de polluants dans un rayon de 2 km autour du projet (stations d'épuration, élevage, etc).
 - La commune de Ruelle
 - -sur-Touvre n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) installations industrielles.

5.1.8.5. AUTRES ACTIVITES INDUSTRIELLES ET DE SERVICES

La base de données BASIAS renseignée sur Géorisques recense d'anciens sites industriels et des activités de service.

Dans un rayon de 500 m autour du projet, deux activités sont recensées :

- Un dépôt de liquides inflammables de Pétroles JUPITER S.A. (POC1600290) à 400 m au sud-ouest (activité terminée).
- Un dépôt de liquides inflammables de la Sté. Générale des Huiles de pétrole

(POC1600256) à 450 m au sud-ouest (activité terminée).

5.1.8.6. ENVIRONNEMENT SONORE

Le site se situe en zone périurbaine.

L'habitation la plus proche du site est à environ 70 m au nord-est du site (zone résidentielle).

La route départementale D1000 (2x2 voies) qui longe à 75 m au sud est orientée Est-Ouest.

5.1.9. MILIEUX NATURELS ET PROTEGES

5.1.9.1. ZNIEFF ET NATURA 2000

A 800 m au nord du projet :

- Vallée de la Charente entre Cognac et Angoulême et ses principaux affluents (NATURA 2000 FR5402009 Directive Habitats et ZNIEFF 540120111 de Type 2)

A 900 m au nord-ouest du projet :

- Ile des Elias (ZNIEFF 540007585 de Type 1)

A 1060 m au nord-est du projet :

- Vallée de la Touvre (ZNIEFF 540006877 de Type 1)

5.1.9.2. PARCS NATIONAUX ET PARCS NATURELS REGIONAUX

Sans objet

5.1.9.3. ARRETES PREFECTORAUX DE PROTECTION DE BIOTOPES

A 1.8 km au sud-est du projet :

- Brandes de Soyaux et coteaux d'Enteroche (Identifiant national : FR3800978)

5.1.9.4. RESERVES BIOLOGIQUES

Sans objet

5.1.9.5. RESERVES NATURELLES NATIONALES / REGIONALES

Sans objet

5.1.9.6. SITES CLASSES ET INSCRITS

Sans objet

5.1.9.7. ZONES HUMIDES

Le projet ne se situe pas au droit d'une zone humide (toute typologie confondue).

La zone humide la plus proche se situe à 900 m au nord (La Touvre).

Il n'y a pas de zone humide d'importance internationale protégée par la convention RAMSAR au droit du projet et dans le secteur environnant.

5.1.9.8. AUTRES ZONES DE PROTECTIONS

Sans objet

5.2. ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES COMPENSATOIRES

5.2.1. INCIDENCE SUR LES EAUX SOUTERRAINES

5.2.1.1. MASSE D'EAU SOUTERRAINE

D'après le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021, la masse d'eau souterraine FRFG016 concernée par le projet de doublet est en bon état quantitatif et en mauvais état chimique du fait d'une pression diffuse associée aux nitrates d'origine agricole.

Ce projet de forages et d'exploitation géothermique n'est pas de nature à modifier l'état de cette masse d'eau et les pressions existantes, autant sur le plan quantitatif que qualitatif.

Les venues d'eau recherchées pour cette exploitation ne concernent pas la frange superficielle des calcaires du Jurassique supérieur, réservoir directement exposé aux pollutions diffuses, mais des venues d'eau plus profondes dans les calcaires argileux et marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur), au-delà de 20 m de profondeur.

Absence d'incidence sur la masse d'eau souterraine.

5.2.1.2. INCIDENCE EN PHASE TRAVAUX

Les forations seront réalisées dans les calcaires argileux et marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur).

L'avant-trou sera tubé en acier (tubage provisoire) avec rehausse du tubage au-dessus de la cote sol afin de protéger le sondage mécanique du ruissellement et des éventuelles venues d'eau de subsurface (nappe superficielle).

La structure des forages permettra d'assurer la stabilité des ouvrages et la préservation des venues d'eau souterraine traversées.

Les forations seront réalisées au marteau fond-de-trou.

L'usage de fluides pouvant être employés sur des travaux de forage (hexamétaphosphate de sodium, acide chlorhydrique, etc) n'est pas prévu pour ce chantier.

Aucun entretien lourd de machine ne sera réalisé sur site.

L'approvisionnement en carburant se fera sur cuvette étanche, il n'y aura pas de stockage d'hydrocarbures sur le chantier.

Le débit d'exploitation escompté pour exploiter sur doublet est de 4 m³/h.

En cas de venues d'eau suffisantes pour réaliser un doublet, les développements et pompages d'essai entraîneront un prélèvement sur la nappe avec une baisse localisée et momentanée des niveaux.

Ces prélèvements seront marginaux et temporaires en terme de prélèvement dans la nappe avec pour chaque forage :

- un développement par soufflage pendant une durée maximale de 8h,
- des essais par pompage pendant 4 à 24 h jusqu'au débit de 8 m³/h.

Le volume total puisé dans la nappe du Jurassique supérieur pour développer et tester le doublet sera tout au plus de 500 m³.

Un prélèvement d'eau sera réalisé en fin d'essai de pompage pour contrôler la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau selon un programme analytique exhaustif permettant de vérifier que l'eau est conforme pour son exploitation (pompage-réinjection dans la même nappe).

En cas de débit suffisant et d'une eau qualitativement conforme pour exploiter sur doublet, les forages seront équipés en tête d'un tubage acier cimenté afin de stabiliser les terrains de surface et d'aveugler les potentielles venues d'eau de subsurface provenant de la frange superficielle des calcaires, afin de maîtriser le risque de communication internappe strictement interdit par la réglementation.

En cas d'abandon de la solution sur doublet avec transformation des forages de reconnaissance en sondes verticales, les boucles de sonde seront contrôlées avant et après pose dans les forages, puis après cimentation des forages pour prévenir tout risque de fuite du liquide caloporteur (eau glycolée) qui circulera dans les boucles en phase d'exploitation.

La cimentation des forages après pose des boucles de sonde sera adaptée aux terrains mis en évidence lors de la foration. Cette cimentation sera réalisée sous pression par la base du forage jusqu'à la cote sol. En cas de zones de perte (zones fissurées, cavités) mises en évidence lors de la foration, le foreur prévoira des adaptations (obturation de la perte avec un mélange moins liquide, utilisation de chaussette géotextile, tubage technique permanent, contrôle des volumes de laitier,...) en concertation avec HYDRO INVEST (coordination et suivi géologique des travaux) afin que chaque forage soit correctement cimenté sur toute sa hauteur.

Quel que soit la solution géothermique développée (doublet ou sondes verticales), les têtes de forage seront équipées et aménagées pour éviter tout risque d'intrusion du ruissellement et des eaux de subsurface. Chaque forage sera équipé d'un dispositif de protection étanche et protégé en tête par les passages nécessaires.

L'incidence qualitative des travaux sur la ressource sera nulle.

L'incidence quantitative des travaux sur la ressource sera marginale et temporaire.

5.2.1.3. INCIDENCE EN PHASE EXPLOITATION

L'incidence de l'exploitation du doublet sur le niveau de la nappe du Jurassique supérieur et sur la disponibilité de cette ressource sera marginale du fait de la réinjection des volumes prélevés dans la même nappe et du faible débit de pompage-réinjection requis pour ce projet (4 m³/h).

Il existe un risque d'incidence thermique (propagation d'une bulle d'eau froide) qui peut atteindre le forage de pompage, d'autant plus au vu du faible espacement entre le forage de pompage et le forage de réinjection, de l'ordre de 35 m. En cas de recherche en eau fructueuse, les essais

de pompage-réinjection et les simulations à partir des résultats des essais qui seront réalisés par HYDRO INVEST permettront de quantifier cette incidence et de fournir des recommandations d'exploitation (temps de fonctionnement, débits,...) pour maintenir la productivité du doublet sur le long terme.

Avant l'éventuelle réalisation d'essais par pompage pour tester la solution sur doublet, si lors des forations les venues d'eau rencontrées sont estimées insuffisantes et/ou de trop mauvaise qualité pour développer cette solution, celle-ci sera abandonnée pour la solution sur sondes verticales.

En terme d'incidence thermique du doublet sur la ressource en eau souterraine, la différence de température entre le pompage et la réinjection sera au maximum de 5°C (delta T° exploité à l'échangeur en chaufferie) pour une température de l'eau pompée de l'ordre de 15-16°C, ce qui signifie la réinjection d'une eau vers 10°C en hiver et vers 20°C en été. Au vu du très faible débit d'exploitation nécessaire (4 m³/h) et de ce delta T° de 5°C, l'incidence thermique et hydraulique de l'exploitation sur la ressource en eau souterraine au voisinage sera marginale. Cette incidence sera précisée à partir des résultats des essais de pompage et précisée dans la demande d'autorisation d'exploitation du doublet si cette solution géothermique est retenue.

Le doublet bénéficiera d'un programme de gestion, de suivi et de maintenance par un prestataire spécialisé qui contrôlera l'efficacité énergétique du dispositif, son bon fonctionnement hydraulique et ses appareils de suivi.

Sur le plan qualitatif, le puisage et la réinjection sont réalisés en simultané sans stockage d'eau. Le maintien en pression des conduites du circuit primaire (des forages à l'échangeur en chaufferie) est privilégié pour éviter le risque de colmatage. Le maintien d'une pression en tout point de l'installation supérieure à la pression de point de bulle permet de limiter ce risque.

Il est également indispensable d'interdire toute oxygénation de l'eau pouvant conduire à la précipitation d'oxyde de fer et de carbonate de calcium notamment, ce qui nécessite entre autre que le forage de pompage et la tête d'injection soient constamment immergées dans la colonne d'eau de chaque forage.

En cas d'anomalie (colmatage du fond d'un forage, etc), des analyses de qualité de l'eau puisée seront envisagées ainsi que des opérations complémentaires (vidéo en forage, etc) afin d'y remédier.

Un diagnostic des forages dont analyse physico-chimique de l'eau sera réalisé à minima tous les 10 ans.

Il n'y a pas de risque d'incidence de l'exploitation du doublet sur la ressource en eau souterraine si les conditions énumérées ci-dessus sont respectées.

Les sondes verticales seront également bénéficiaires d'un programme de suivi et de maintenance exhaustif.

En phase d'exploitation, l'impact des sondes verticales sur les eaux souterraines au voisinage sera uniquement d'ordre thermique. Cette incidence sera peu étendue et très marginale au vu des faibles besoins énergétiques de la crèche (puissance à récupérer dans le terrain de 19 kW en période de pointe).

L'incidence de l'exploitation sur la ressource sera nulle à marginale.

5.2.2. INCIDENCE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

5.2.2.1. INCIDENCE EN PHASE TRAVAUX

Il n'y a pas de suspicion de pollution des venues d'eau recherchées par forage.

L'eau extraite lors du développement des forages et pompée lors des essais de puisage sera rejetée dans un fossé, un point bas ou dans un réseau pluvial.

L'eau rejetée en surface lors de ces opérations ne présente pas de risque d'altération qualitative des eaux superficielles et de subsurface.

Les volumes d'eau extraits seront faibles (tout au plus 500 m³ au total)

Un contrôle visuel de la turbidité de l'eau extraite sera assuré.

Il n'y a pas de ruisseau ni de plans d'eau au droit, aux abords et au voisinage du projet.

La Touvre s'écoule au plus proche à 860 m au nord-nord-est du site.

Il n'y a pas de risque d'incidence des travaux sur les eaux superficielles et de subsurface dans la zone de travaux et dans son proche environnement.

Aucune incidence n'est à prévoir sur la ressource.

5.2.2.2. INCIDENCES EN PHASE EXPLOITATION

L'impact des prélèvements agricoles/industriels et/ou AEP sur les eaux superficielles relève de deux actions sur le milieu naturel :

- la prise d'eau en rivière, qui soustrait une part du débit de l'écoulement naturel,
- le rabattement en forage, qui soustrait un débit à la nappe d'accompagnement du cours d'eau.

Le rayon d'incidence à 90 jours de pompage continu définit en Charente et Charente-Maritime l'appartenance d'un ouvrage en nappe superficielle à la nappe d'accompagnement du cours d'eau proche, en l'occurrence pour ce projet la Touvre qui s'écoule au plus proche à 860 m au nord-nord-est du site.

Le principe du doublet est de réinjecter en simultané et dans la même nappe l'eau pompée au forage de production dans un forage de réinjection.

Il n'y a aucune perte nette de volume d'eau.

Les venues d'eau recherchées pour ce projet de doublet sont au-delà de 20 m de profondeur, dans les calcaires argileux et marnes du Jurassique supérieur (porosité de fissure/fracture).

A supposer une relation des venues d'eau rencontrées avec l'aquifère superficiel, pour les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe exploitée (transmissivité de 1×10^{-3} m²/s et coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 0.1 %), le rayon d'influence de l'ouvrage au bout de 90 jours de pompage continu sera de 850 m, selon la méthode de Jacob-Cooper.

$$r = 1.5 \sqrt{\frac{Tt}{S}}$$

Où :

r = rayon d'influence (en m)

T = transmissivité de la formation (en m²/s)

t = temps de pompage (en s)

S = emmagasinement (ici porosité efficace)

A ce titre et dans ces conditions d'exploitation, le forage ne peut avoir d'incidence directe sur la Touvre.

Les alluvions de la Touvre sont rencontrées à partir de 550 m au nord du projet.

A supposer une influence en rabattement des pompages d'exploitation sur la nappe d'accompagnement de la Touvre, une simulation d'exploitation sur 6 mois (sans recharge) sur un rythme de pompage à 4 m³/h pendant 12 heures par jour est réalisé en considérant les hypothèses suivantes :

- Aquifère homogène et isotrope ;
- Régime permanent non atteint ;
- Absence d'influence de la réinjection au forage F2.

La méthode de Theis en développement limité et la méthode de superposition sont utilisées pour simuler les rabattements induits cumulés des pompages et arrêts successifs.

Les paramètres d'entrée sont :

- T = 1×10^{-3} m²/s.
- S = 0.1 % (nappe semi-captive)

La simulation montre que le rabattement total induit au bout de 6 mois d'exploitation par des pompages journaliers à 4 m³/h est de 0.2 m à 550 m du forage pompé.

Cette simulation est hautement pessimissante comparée à l'exploitation réelle prévue sur ce doublet :

- La réinjection n'est pas prise en compte.
- Aucune recharge de la nappe pendant les 6 mois de pompage simulés.
- Le volume d'eau total puisé dans cette simulation (environ 8600 m³) est réalisé sur 6 mois alors qu'en conditions réelles ce volume sera puisé sur 1 an.

L'incidence à prévoir sur la ressource est nulle à marginale.

5.2.3. INCIDENCE SUR LES OUVRAGES ET SOURCES

D'après la Banque du Sous-Sol, il n'y a pas d'ouvrage à plus de 20 m de profondeur dans un rayon de 2 km autour du projet.

Les ouvrages proches sont des puits implantés dans la nappe d'accompagnement de la Touvre et/ou dans la frange superficielle des calcaires du Jurassique supérieur.

Les venues d'eau ciblées par le projet de doublet sont confinées à plus de 20 m de profondeur, hors de la frange superficielle des calcaires.

D'après BNPE Eaufrance et le Système d'Information sur l'Eau du bassin Adour-Garonne, aucun prélèvement d'eau souterraine n'est recensé sur la commune de Ruelle-sur-Touvre et il n'y a aucun prélèvement d'eau sur la commune voisine de l'Isle d'Espagnac.

Au du contexte d'exploitation de l'eau souterraine au voisinage et des objectifs d'exploitation de ce projet, il n'y a pas d'incidence à prévoir sur les points d'eau environnants.

A supposer une relation de la nappe ciblée avec l'aquifère superficiel, l'influence en rabattement de l'exploitation sur doublet sur les points d'eau environnants sera tout au plus d'ordre centimétrique.

L'influence d'une exploitation sur sondes verticales sera uniquement d'ordre thermique, de très faible amplitude et très peu étendue au vu de la demande énergétique très restreinte du projet.

Aucune incidence significative n'est à prévoir sur les ouvrages et sources.

5.2.4. INCIDENCE SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL

5.2.4.1. INCIDENCE EN PHASE TRAVAUX

Cf. § 5.2.1.2 et § 5.2.2.1

Une DT-DICT sera réalisée avant travaux pour vérifier la présence de canalisation enterrées.

A l'issue de la DT-DICT, les implantations des forages seront réalisées par un géomètre selon les prescriptions à prendre en compte afin de ne causer aucun dommage à l'existant.

Les déblais de creusement (forages, tranchées de raccordement) seront évacués et/ou réutilisés sur site selon les normes et réglementations en vigueur.

Une gestion des fluides de travaux (gasoil, etc) est assurée sur site (géotextile, absence de stockage) pour pallier tout risque de pollution du sol et du sous-sol.

Absence de risque d'incidence sur la ressource.

5.2.4.2. INCIDENCE EN PHASE EXPLOITATION

Il n'y a pas de stockage de produit chimique spécifiquement associé aux installations géothermiques prévues et à leur maintenance hormis des produits d'entretien qui seront stockés dans un local technique fermé et isolé de l'extérieur.

L'installation géothermique est dimensionnée pour pallier tout risque d'exposition des sols et du sous-sol à d'éventuels polluants :

- pompes à chaleur dans un local technique clos et isolé de l'extérieur,
- sur doublet, le seul fluide circulant dans le circuit primaire est l'eau souterraine puisée au forage de production et réinjectée en simultané dans la même nappe au forage de réinjection,
- sur sonde verticale, le fluide caloporteur (eau glycolée) circule en circuit fermé, il n'y a aucune interaction directe avec le sous-sol hormis un échange de chaleur.

Le suivi et la maintenance des installations géothermiques en phase d'exploitation sont inclus dans le projet (cf. § 4.13.2). Ces opérations permettent de contrôler régulièrement les installations et d'anticiper les travaux à prévoir en cas d'anomalie afin de parer à tout risque de dégradation des sols et du sous-sol.

Absence de risque d'incidence sur la ressource.

5.2.5. INCIDENCE SUR LES MILIEUX NATURELS ET PROTEGES

Le milieu naturel et protégé le plus proche est à 800 m du projet de forages :

- Vallée de la Charente entre Cognac et Angoulême et ses principaux affluents (NATURA 2000 FR5402009 Directive Habitats et ZNIEFF 540120111 de Type 2)

En phase travaux, l'eau rejetée en surface (réseau d'eau pluvial ou fossé proche) durant les phases de développement des forages et d'essais par pompage ne présente pas de risque de dégradation de la qualité de l'eau au droit du site et aux environs.

Les venues d'eau recherchées pour ce projet dans les calcaires argileux du Jurassique supérieur sont au-delà de 20 m de profondeur, hors de la zone superficielle.

L'incidence de l'exploitation géothermique sur les eaux superficielles (eaux de surface et de subsurface) sera nulle à marginale (Cf. § 5.2.2).

Autant en phase travaux qu'en phase exploitation, ce projet de géothermie ne présente pas de risque d'incidence sur les milieux naturels et protégés.

Absence de risque d'incidence.

5.2.6. INCIDENCE ASSOCIEE AUX RISQUES NATURELS

Les risques naturels renseignés dans l'état initial (cf. § 5.1.7) ne dénotent pas de risque spécifique susceptible de nuire à ce projet de géothermie, autant en phase travaux qu'en phase exploitation.

Absence de risque d'incidence.

5.2.7. INCIDENCE ASSOCIEE AUX RISQUES TECHNOLOGIQUES

Le proche environnement décrit dans l'état initial (cf. § 5.1.8) recense les activités autour du projet.

Au vu des activités recensées, ce projet de géothermie n'engendre pas de risque d'incidence technologique, autant en phase travaux qu'en phase d'exploitation.

Réciproquement, les activités autour du site ne sont pas susceptibles de porter préjudice à ce projet de géothermie et à l'environnement dans lequel il se trouve.

Absence de risque d'incidence.

5.2.8. EMISSIONS ATMOSPHERIQUES ET ODEURS

5.2.8.1. INCIDENCE EN PHASE TRAVAUX

En phase travaux, les moteurs thermiques des machines utilisées (foreuse, compresseur, poids lourds) auront des émissions conformes à la réglementation en vigueur.

Les entreprises de travaux porteront les équipements de protection individuelle (E.P.I.) conformes à la réglementation en vigueur.

L'habitation la plus proche du site est à environ 70 m au nord-est.

Il n'y a pas de risque de gêne associée aux poussières et odeurs en provenance des travaux.

Aucune incidence notable.

5.2.8.2. INCIDENCE EN PHASE EXPLOITATION

L'installation géothermique fonctionnera avec un appoint électrique pour alimenter la pompe à chaleur, les instruments de mesure, la pompe immergée (doublet) ou le circulateur (sondes verticales).

L'installation ne générera pas de rejet de gaz de combustion et d'odeur.

Le fluide géothermique exploité pour ce projet (eau souterraine de l'aquifère du Jurassique supérieur sur doublet, eau glycolée en circuit fermé sur sonde) ne générera pas d'odeurs et d'émissions atmosphériques particulières.

Un détecteur de fuite de fluide frigorigène est prévu en chaufferie. En cas de fuite, le détecteur déclenchera automatiquement une alarme, lancera une ventilation mécanique d'urgence et stoppera le fonctionnement de la pompe à chaleur.

Aucune incidence notable.

5.2.9. INTEGRATION DANS LE PAYSAGE

5.2.9.1. PLAN LOCAL D'URBANISME

Le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) de la Communauté d'Agglomération Grand Angoulême ne présente pas de contre-indications ou de prescriptions pour la réalisation de forages à moins de 200 m de profondeur (doublet ou sondes verticales) en vue d'une exploitation géothermique pour la future crèche multi-accueil de Ruelle-sur-Touvre.

Aucune incidence notable.

5.2.9.2. INCIDENCES SUR LE PAYSAGE

L'installation géothermique prévue (forages, raccordements enterrés, chaufferie dans le bâtiment de la crèche) ne crée pas d'incidence paysagère.

Les installations seront dans l'enceinte du parcellaire dédié à la future crèche.

Le site n'est pas situé dans le périmètre d'un site classé, inscrit ou d'un monument historique

Aucune incidence notable.

5.2.9.3. ECLAIRAGE DU SITE ET ILLUMINATIONS

Les travaux se dérouleront en journée et en semaine.

Il n'y a pas de gêne d'éclairage occasionnée par les travaux.

L'exploitation géothermique ne génère pas d'éclairage et d'illuminations gênantes.

Aucune incidence notable.

5.2.10. ENERGIE – EMISSION DE GAZ A EFFET DE SERRE

Ce projet d'exploitation géothermique est une alternative aux chaufferies 100% gaz.

La mise en circulation d'eau souterraine (doublet) ou d'eau glycolée (sondes verticales) dans les forages permet en saison froide de récupérer la chaleur du sous-sol pour chauffer le bâtiment et en saison chaude d'évacuer la chaleur du bâtiment dans le sous-sol pour le rafraîchir.

La géothermie valorise l'exploitation d'une ressource renouvelable et locale

Comparée à la géothermie, les chaufferies qui fonctionnent à 100 % au gaz sont davantage émettrices de gaz à effet de serre (émission de dioxyde de carbone).

Une étude comparative de l'impact environnemental de différentes solutions de chauffage a été réalisée pour ce projet (voir **Annexe 6**). Cette étude confirme que la géothermie présente un intérêt fort en terme d'impact environnemental comparée à une chaufferie gaz, quel que soit le type de géothermie employé (doublet ou sonde).

L'incidence de ce projet de géothermie comparée à une solution 100% gaz est positive.

5.2.11. BRUITS ET VIBRATIONS

5.2.11.1. INCIDENCE EN PHASE TRAVAUX

La municipalité et les riverains seront avertis des dates de chantier prévues.

Les travaux se dérouleront en semaine et en journée, entre 7h et 19h, en adéquation avec la réglementation en vigueur.

L'habitation la plus proche est à environ 70 m au nord-est du projet.

Il n'y a pas d'incidence problématique à prévoir concernant la gêne sonore et les vibrations induites par les travaux de forage.

Au vu des profondeurs prévues pour chaque forage (150 m), les temps de foration seront courts, tout au plus de quelques heures avec des temps de foration discontinus.

Les prestataires sur site porteront les E.P.I. réglementaires (casque anti-bruit, etc).

Il n'y a pas de risque de dégradation de l'existant du fait des vibrations induites par la foration (percussion au marteau fond-de-trou).

Aucune incidence notable.

5.2.11.2. INCIDENCE EN PHASE EXPLOITATION

Quel que soit le type de géothermie qui sera mis en place pour ce projet (doublet ou sondes verticales), l'exploitation des forages ne générera pas de nuisances sonores particulières :

- pompe et tête d'injection immergés dans la colonne d'eau de chaque forage (doublet),
- forages cimentés sur toute leur hauteur (sondes verticales),
- têtes de forage sous la cote sol, isolées dans les règles de l'art,
- canalisations de raccordement enterrées,
- pompe à chaleur dans un local technique fermé et insonorisé.

Aucune incidence notable.

5.2.12. DECHETS

5.2.12.1. INCIDENCE EN PHASE TRAVAUX

Les entreprises en charge des travaux d'aménagement des installations géothermiques (forages, raccordements, chaufferie) sont responsables de l'évacuation et du traitement des déchets selon la réglementation en vigueur. Ces déchets sont principalement de type :

- Emballages ;
- Déchets ménagers de la base de vie.

Les prestataires assureront une prise en charge des déblais de chantier selon la réglementation en vigueur (réemploi ou évacuation dans une filière adaptée) et veilleront à conserver la zone travaux, la voirie et les alentours du site en bon état de propreté.

Aucune incidence notable.

5.2.12.2. INCIDENCE EN PHASE EXPLOITATION

Les déchets des produits d'entretien des installations géothermiques seront éliminés conformément à la réglementation en vigueur.

Ces déchets sont principalement de type :

- Papier et chiffons souillés par des graisses minérales ;
- Emballages ;
- Pièces usagées.

Aucune incidence notable.

5.2.13. TRAFIC ROUTIER

5.2.13.1. INCIDENCE EN PHASE TRAVAUX

Le site est dans une zone de friche enherbée.

L'accès au site se fera par l'ouest via un chemin en terre accessible par l'avenue Jean Mermoz.

La circulation induite par le chantier n'engendrera pas de contrainte spécifique d'accès et de circulation (cf. § 4.13.1.2).

Le trafic routier induit par les travaux prévus est restreint.

La circulation des machines sur site (foreuse sur chenille, camion poids lourd avec compresseur, etc) se fera uniquement pendant les horaires de chantier, en semaine et en journée.

L'approvisionnement du chantier se fera préférentiellement en dehors des heures d'affluence.

Aucune incidence notable.

5.2.13.2. INCIDENCE EN PHASE EXPLOITATION

L'exploitation de l'installation géothermique n'engendre pas de circulation supplémentaire.

Aucune incidence notable.

5.2.14. SANTE DES POPULATIONS

Les travaux d'aménagement de la crèche, dont les installations géothermiques, seront réalisés en conformité avec les règles de santé et d'hygiène publique.

Un coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) sera désigné dans le cadre des travaux de construction de la crèche et veillera au déroulement des travaux dans le respect des réglementations et normes en vigueur.

L'état initial du site (cf. § 5.1) et l'analyse des incidences diverses (bruit, odeur, rejet atmosphérique, etc) ne font pas état de dangers et de risques spécifiquement induits par les travaux et par l'exploitation des installations géothermiques prévues qui soient susceptibles de nuire à la santé des populations :

- Population sensible : le site est sur une friche enherbée, l'habitation la plus proche est à

70 m au nord-est (quartier résidentiel), le chantier sera clôturé et l'accès sera interdit à toute personne extérieure.

- Usage sensible : aucun usage sensible identifié au droit du site, aux abords et dans son proche environnement susceptible d'être affecté par ce projet de travaux et d'exploitation.
- Sur doublet l'eau puisée est réinjectée dans la même nappe sans altération qualitative hormis une incidence thermique de très faible amplitude et peu étendue étant donné les faibles besoins du projet. En phase d'essai, si la recherche en eau met en évidence une ressource quantitativement exploitable pour le projet, la qualité de l'eau sera vérifiée afin de vérifier si la solution sur doublet peut être développée. En cas de qualité douteuse, la solution sur sondes verticales sera privilégiée.
- Sur sondes verticales, l'incidence de l'exploitation est d'autant plus marginale et uniquement d'ordre thermique (circulation d'eau glycolée en circuit fermé, faible besoin).
- L'installation géothermique (forages, raccordements, chaufferie) bénéficiera d'un programme de suivi et de maintenance régulier afin de parer à tout risque d'incidence de son exploitation sur la santé des populations.

Aucune incidence notable.

5.2.15. MESURES COMPENSATOIRES

Il n'y a pas de mesures compensatoires à prévoir pour ce projet au vu de son incidence globalement nulle à marginale.

5.2.16. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET

A notre connaissance, il n'y a aucun projet de géothermie existant ou prévu sur la commune de Ruelle-sur-Touvre et dans les communes voisines.

Au vu de l'état initial réalisé (cf. § 5.1) et de l'analyse des incidences (§ 5.2), ce projet de travaux et d'exploitation géothermique n'est pas de nature à perturber les usages au voisinage (captages AEP, usages des riverains, industries, milieux naturels, etc).

5.3. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'ORIENTATION

5.3.1. COMPATIBILITE AVEC LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

La Directive Européenne Cadre sur l'Eau n°2000/60/CE du 23/10/2000 fournit un cadre réglementaire et juridique applicable aux politiques de l'eau au sein de la Communauté européenne. Les masses d'eaux souterraines et superficielles présentées dans ce document dans le cadre de la description de l'Etat initial ont été définies comme un référentiel géographique pour l'application de la Directive Cadre.

De par :

- son faible débit d'exploitation, tout au plus 4 m³/h (doublet),

- la réinjection de l'eau pompée dans la même nappe du Jurassique supérieur (doublet),
- le faible volume de pompage réinjection, tout au plus de 8000 m³/an (doublet),
- l'absence de prélèvement d'eau pour la solution sur sondes verticales,
- l'incidence nulle à marginale de ce projet de géothermie (très faible incidence thermique sur le sous-sol),

ce projet de travaux et d'exploitation géothermique ne va pas à l'encontre des objectifs qualitatifs et quantitatifs définis pour les masses d'eau concernées.

5.3.2. COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE ADOUR-GARONNE 2016-2021

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Adour-Garonne et son programme de mesures (PDM) adoptés en comité de bassin et approuvés par le Préfet Coordonnateur le 01/12/2015 présentent 4 orientations générales relatives à la gestion des eaux superficielles et souterraines.

Tableau 12 Orientations du SDAGE 2016-2021 Adour-Garonne

Orientations fondamentales	Mesures (Chapitre 6 du SDAGE 2016-2021)
A – Créer les conditions de gouvernance favorables à l'atteinte des objectifs du SDAGE	Mesures A1 à A39
B – Réduire les pollutions	Mesures B1 à B43
C – Améliorer la gestion quantitative	Mesures C1 à C21
D – Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques	Mesures D1 à D51

Ce projet de travaux et d'exploitation, prévu avec son suivi qualitatif et quantitatif, répond aux orientations suivantes du SDAGE 2016-2021 ADOUR GARONNE :

- B24 Préserver les ressources stratégiques pour le futur
 - ⇒ *Le projet sur doublet a pour objectif d'exploiter un aquifère dans une zone qui n'est pas utilisé pour l'alimentation en eau potable au droit de la commune et des communes voisines.*
- C1 Connaître le fonctionnement des nappes et des cours d'eau
 - ⇒ *La reconnaissance et le suivi géologique qui sera réalisé, ainsi que les essais de pompage, apportent des éléments de connaissance sur le contexte hydrogéologique local.*
- C2 Connaître les prélèvements réels
 - ⇒ *L'installation sera équipée d'un compteur d'eau.*
 - ⇒ *Il n'y a pas de prélèvement net sur la ressource. Sur doublet, l'eau pompée est réinjectée dans la même nappe.*
- C10 Restaurer l'équilibre quantitatif des masses d'eau souterraines
 - ⇒ *Le volume d'exploitation prévu est très faible.*
 - ⇒ *Sur doublet, il n'y a pas de prélèvement net sur la ressource.*

⇒ *La ressource recherchée pour la solution sur doublet n'est pas exploitée au voisinage du projet et ne subit pas de pression de prélèvement.*

Ce projet de travaux et d'exploitation de forages géothermiques :

- n'entraîne pas de dégradation de la qualité d'une nappe utilisée pour l'alimentation en eau potable.

Il n'y a pas de captage d'eau souterraine pour l'eau potable au voisinage du projet.

Il n'y a pas d'incidence qualitative à prévoir.

En cas de venues d'eau pertinentes pour une exploitation sur doublet mais d'une qualité douteuse de l'eau, le projet de doublet sera abandonné et les sondages de reconnaissance seront transformés en sondes verticales.

- n'entraîne aucun risque de mise en communication de nappe de surface avec des nappes profondes.

L'objectif sur doublet est d'exploiter des venues d'eau à plus de 20 m de profondeur, sans mise en relation avec la nappe superficielle développée à moindre profondeur dans la frange altérée des calcaires du Jurassique supérieur et susceptible d'être rencontrée en foration.

En phase travaux, les éventuelles venues d'eau superficielle seront aveuglées par mise en place d'un tubage provisoire dans l'avant-trou.

Sur doublet, les forages seront isolés par un tubage Ø244 mm sur 20 m, dont l'annulaire sera cimenté.

Sur sondes verticales, les forages sont cimentés sur toute leur hauteur.

Les têtes de forage seront cimentées et protégées en tête conformément à l'arrêté du 11 septembre 2003.

- n'entre pas en concurrence avec l'alimentation en eau potable ou d'autres usages.

Il n'y a pas de captage d'eau souterraine pour l'AEP dans un rayon de 2 km autour du projet, ni de prélèvement d'eau souterraine pour tout autre usage dans l'aquifère visé.

Les ouvrages recensés dans un rayon de 2 km autour du projet sont des sources et des puits de moins de 20 m de profondeur qui ne sont pas déclarés exploités.

Les ouvrages envisagés sur doublet ont pour objectif de capter l'aquifère fissuré/fracturé des calcaires et marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur) au-delà de 20 m de profondeur, sans relation hydraulique avec les eaux superficielles (ruissellement, nappe de subsurface).

Le très faible volume d'exploitation prévu pour ce projet en prélèvement-réinjection sur doublet n'est pas en mesure de porter atteinte à des prélèvements proches ou lointains.

Le projet géothermie, autant en phase travaux qu'en phase exploitation, n'est pas en contradiction avec les orientations du SDAGE 2016-2021.

Le SDAGE 2022-2027 du bassin Adour-Garonne et son PDM ont été adoptés en comité de bassin le 10 mars 2022. L'arrêté du préfet coordonnateur de bassin n'est pas paru à la date d'édition de ce document.

5.3.3. COMPATIBILITE AVEC LE SAGE CHARENTE

Le SAGE Charente a été adopté par arrêté interpréfectoral le 19 novembre 2019.

Le projet du plan d'aménagement et de gestion (PAGD) du SAGE Charente a été approuvé par la CLE le 29/03/2018.

Le SAGE comporte 6 orientations :

- A : Organisation, participation des acteurs et communication
- B : Aménagements et gestion sur les versants
- C : Aménagement et gestion des milieux aquatiques
- D : Prévention des inondations
- E : Gestion et prévention du manque d'eau à l'étiage
- F : Gestion et prévention des intrants et rejets polluants

Tableau 13 : Compatibilité avec les orientations et objectifs du SAGE Charente

Orientation	Objectifs	Dispositions	Compatibilité du projet
A : Organisation, participation des acteurs, communication	Objectifs 1 à 3	Dispositions A1 à A12	Sans objet
B : Aménagements et gestion sur les versants	Objectifs 4 à 6	Dispositions B13 à B23	Incidence nulle à marginale sur les eaux de surface et le ruissellement
C : Aménagement et gestion des milieux aquatiques	Objectifs 7 : Protéger et restaurer les zones humides	Dispositions C24 à C26	Aucune zone humide à proximité du site. En exploitation, le rayon d'influence du pompage n'atteindra pas la zone humide la plus proche située à 900 m
	Objectifs 8 : Protéger le réseau hydrographique		Incidence nulle à marginale sur les eaux superficielles
	Objectif 9 : Restaurer le réseau hydrographique		Incidence nulle à marginale sur les eaux superficielles
	Objectif 10 : Encadrer et gérer les plans d'eau	Dispositions C33 à C34	Sans objet
	Objectif 11 : Développer la connaissance pour gérer les marais, etc	Dispositions C35 à C38	Sans objet
D : Prévention des inondations	Objectifs 12 et 13	Dispositions D39 à D47	Sans objet
E : Gestion et prévention du manque d'eau à l'étiage	Objectif 14 : Préciser les modalités de gestion et de prévention des étiages	Dispositions E48 à E57 Disposition E56 : proposer des modalités de gestion des eaux souterraines	Absence de prélèvement net sur la ressource

Orientation	Objectifs	Dispositions	Compatibilité du projet
	Objectif 15 : Maitriser les demandes en eau	Dispositions E58 à E62 E58 : prioriser l'usage de la ressource pour l'eau potable	Aucune prélèvement net sur la ressource et aucune mise en concurrence avec les ressources en eau potable
	Objectif 16 : Optimiser la répartition quantitative de la ressource	Dispositions E63 à E65	Aucun prélèvement net sur la ressource
F : Gestion et prévention des intrants et rejets polluants	Objectifs 17 à 20	Dispositions F66 à 86	Aucun risque d'incidence qualitative. Programme de suivi et de maintenance régulière des installations prévues

Le projet de travaux et d'exploitation de forages géothermiques est compatible avec le SAGE Charente.

6. DOCUMENTS DE SANTE ET DE SECURITE

La gestion des risques et des contraintes de travaux sont prises en compte dans le projet : § 4.13.1

Un coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) sera désigné dans le cadre des travaux de construction de la crèche et veillera au bon déroulement des travaux, dans le respect des réglementations et normes en vigueur.

Le coordinateur SPS rédigera et transmettra à toutes les prestataires intervenant sur site un Plan Général de Coordination commun à tous les lots, dont le Lot Forages qui concerne les travaux d'aménagement du circuit primaire (forages, raccordements) pour la géothermie.

Ce document présentera notamment :

- Les mesures d'organisation générale du chantier ;
- Les mesures générales de bon ordre et de salubrité du chantier ;
- Les mesures de coordination inter-entreprises ;
- Les tableaux d'analyse préalable des risques par corps d'état ;
- Les renseignements pratiques concernant les secours ;
- Les obligations des entreprises liées à la coordination Sécurité et Protection de la Santé (SPS).

Le Maître d'Ouvrage fera réaliser un Plan de Prévention et de Secours (P.P.S.) spécifique à la crèche, dont les installations géothermiques dédiées.

Ce document fixera les principes et les modalités d'organisation relatives à la sécurité et à la santé en application du Code Minier et du Code du Travail.

Le Maître d'Ouvrage prendra ses dispositions pour organiser la mission de coordination de la sécurité et de la santé sur le site.

Une notice technique d'entretien et de maintenance sera établie pour exploiter durablement et sans risque les installations géothermiques de la crèche, dont une première ébauche est présentée dans ce document (cf. § 4.13.2).

7. FERMETURE DE L'EXPLOITATION

7.1. METHODOLOGIE ET REGLEMENTATION

L'exploitation géothermique peut être arrêtée pour les raisons suivantes :

- baisse de productivité des forages au point d'être insuffisante pour fournir les besoins, non récupérable par entretien/réhabilitation ou non viable économiquement pour la poursuite de l'exploitation géothermique,
- modification de l'activité du site.

Deux solutions se présentent en cas d'arrêt de l'exploitation :

- fermeture et mise en sécurité des installations,
- conservation des installations avec maintien d'un programme de suivi et d'entretien en vue d'un nouvel usage.

En cas d'arrêt définitif de tout ou partie de l'exploitation, les dispositions de l'article 43 du décret n°2006-649 du 2 juin 2006 modifié fixant les démarches administratives relatives à l'arrêt définitif des travaux seront respectées et notamment la déclaration prévue par l'article L163-2 (ex 91) du code minier.

Un programme de fermeture définitive des forages sera adressé au Préfet deux mois avant la date de réalisation des travaux, en application de l'article 41 du décret n°2016-1303 du 4 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières et des articles 69 et 70 de l'arrêté ministériel du 14 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières.

La déclaration d'arrêt définitif de l'exploitation des forages sera adressée par le maître d'ouvrage au Préfet à l'attention de ses services techniques instructeurs.

La déclaration présentera les éléments suivants :

- un résumé des conditions conduisant à la décision de fermeture du forage,
- un plan de position du forage et sa coupe technique,
- la procédure d'abandon appliquée : projet de comblement du forage dans les règles de l'art,
- les mesures de prévention des risques identifiés.

Les travaux de fermeture ne pourront débuter qu'après accord du Préfet.

L'arrêt définitif de l'exploitation géothermique implique la désinstallation de toutes les installations dédiées (forages, pompe à chaleur, échangeur, réseaux de raccordement, etc) par des entreprises spécialisées et évacuation hors site des différents composants de l'installation vers des filières adaptées.

Le Dossier des Ouvrages Exécutés des travaux du comblement des forages et de fermeture de l'installation géothermique sera transmis aux services concernés de la préfecture.

7.2. FERMETURE DU DOUBLET GEOTHERMIQUE

Le comblement des forages devra suivre les prescriptions de la norme NF X10-999 et devra être effectué préférentiellement par un foreur expérimenté respectant la charte de qualité des puits et forages d'eau.

La pompe et tout autre équipement présent dans le forage devront être retirés.

Dans la mesure du possible, les tubages qui peuvent être retirés le seront pour assurer une étanchéité au contact même de la formation.

Avant de combler le forage, en cas de présomption, un contrôle du fond, des cimentations et des cuvelages sera réalisé (inspection vidéo, diagraphie CBL, etc).

Si des objets ou produits polluants sont tombés dans le forage ils devront être extraits.

Les travaux de comblement du forage ont pour objectif d'isoler les aquifères traversés :

- pour ne pas les mettre en contact,
- pour prévenir toute pollution de ces aquifères à partir de la surface.

Sur des ouvrages peu profonds, un gravillonnage, un bouchon de bentonite au-dessus d'un lit de sable et une cimentation jusqu'au sol constituent généralement une solution simple de fermeture.

Sur des ouvrages profonds, la cimentation peut ne pas être complète mais réalisée à différentes hauteurs sur des bouchons de ciment ou des bouchons mécaniques au droit des zones de production à isoler.

Le ciment doit être compatible avec la qualité chimique de l'eau.

Les travaux de comblement devront être suivis par un géologue confirmé qui établira ensuite un compte rendu des travaux avec les informations suivantes :

- Date des travaux ;
- Repérage géoréférencé de l'ouvrage ;
- Aquifère et venues d'eau précédemment exploitées ;
- Coupe géologique détaillée ;
- Coupe technique avec les équipements en place ;
- Etat des cuvelages et éventuels tubages ;
- Etat de la cimentation ;
- Description de la méthode utilisée pour le comblement.

Le rapport de fermeture définitive des forages prévu à l'article 42 du décret n°2016-1303 du 4 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et d'exploitation par puits de substances minières et à l'article 12 de l'arrêté ministériel du 14 octobre 2016 relatif aux travaux de recherches par forage et

d'exploitation par puits de substances minières sera transmis au Préfet au plus tard six mois après les travaux.

En cas de conservation des forages, un porté à connaissance sera déposé à la police de l'eau et à la DREAL pour les informer de l'arrêt de l'exploitation, du devenir des forages et de la poursuite d'un programme d'entretien et de surveillance des ouvrages.

En cas de reconversion des forages pour un autre usage, le projet de reconversion sera transmis, avec présentation des procédures réglementaires nécessaires au nouvel usage.

7.3. FERMETURE DES SONDES VERTICALES

La reprise de l'exploitation de sondes verticales est proscrite en cas d'abandon.

En cas d'abandon définitif de sondes verticales, leur mise en sécurité répondra à la norme NF X10-970.

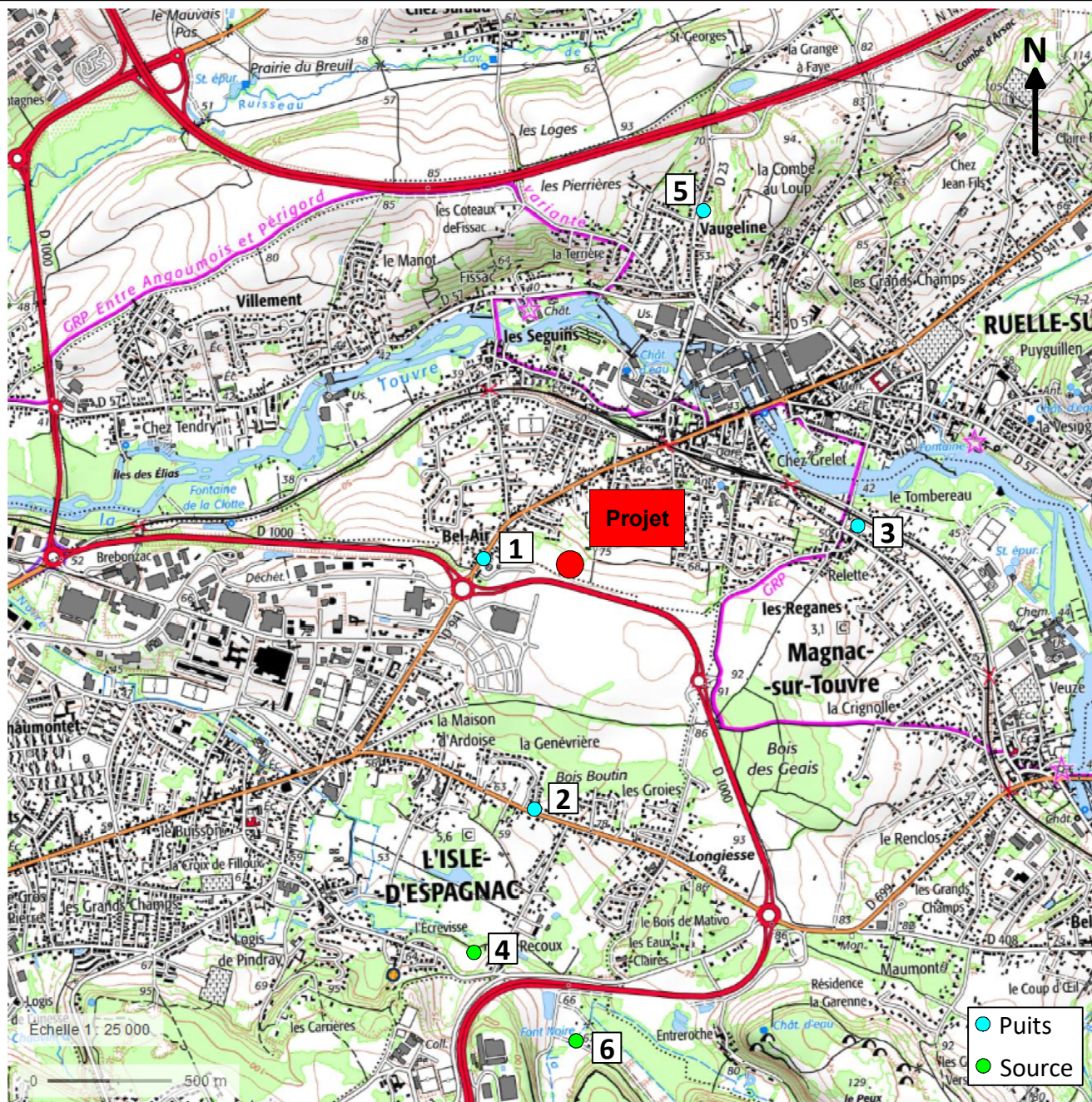
La procédure d'abandon a pour objectif de rendre la sonde étanche à toute infiltration de surface pouvant polluer les terrains et les eaux souterraines.

Une entreprise spécialisée réalisera la mise en conformité de chaque sonde verticale.

Pour cela il y a obligation de :

- conserver les coordonnées géographiques des sondes verticales,
- purger le liquide caloporteur,
- couper les tubes au niveau de la cote du ciment, injecter du ciment dans les tubes et couper les tubes cimentés jusqu'à la cote du terrain naturel.

FIGURES



HYDRO INVEST









Carte IGN - Géoportail

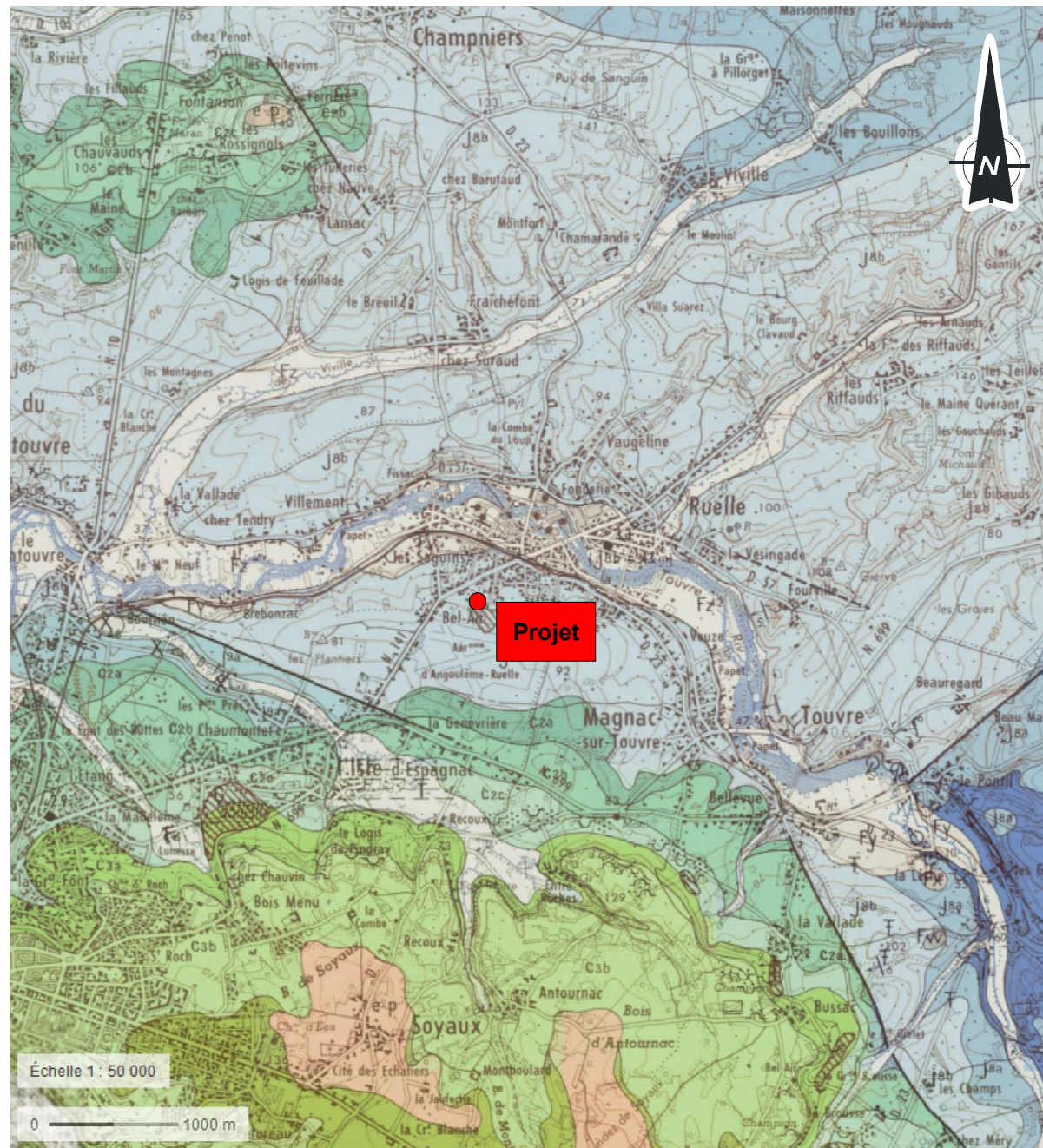
**PROJET DE FORAGES GEOTHERMIQUES
ET POINTS D'EAU PROCHES**

**CRECHE MULTI-ACCUEIL
RUELLE-SUR-TOUVRE (16)
SPL GAMA**

Fig. 1



-  X Dépôts artificiels
-  Fz Alluvions modernes
-  Fy Alluvions anciennes de 3 à 13 m d'altitude relative
-  Fx Alluvions anciennes de 13 à 25 m d'altitude relative
-  Fw Alluvions anciennes au-dessus de 25 m d'altitude relative
-  e-p Sables argileux à galets
-  C4 Calcaire graveleux, sables et grès (Coniacien)
-  C3b Calcaire à Rudistes (Turonien supérieur)
-  C3a Calcaire blanc, tendre, calcaire argileux et marnes (Turonien inférieur)
-  C2c Calcaire à Ichthyosarcolites, sables à Pycnodonta biauriculata, marnes bleues "argiles tégulines" (Cénomanién supérieur)
-  C2b Calcaire à Ichthyosarcolites, Calcaire argileux à Alvéolines (Cénomanién moyen)
-  C2a Sables et grès glauconieux, argiles noires à lignite (Cénomanién inférieur)
-  j9a Calcaire argileux et détritique, calcaire oolithique et détritique à Nérinées (Portlandien inférieur)
-  j8b Calcaire argileux détritique, calcaire argileux et marne à Exogyra virgata (Kimméridgien supérieur)
-  j8a Calcaire argileux (Kimméridgien inférieur)
-  j8 Calcaire oolithique récifal (Oxfordien, faciès Rauracien)



HYDRO INVEST

Carte géologique 1/50 000
BRGM n°709 - Angoulême

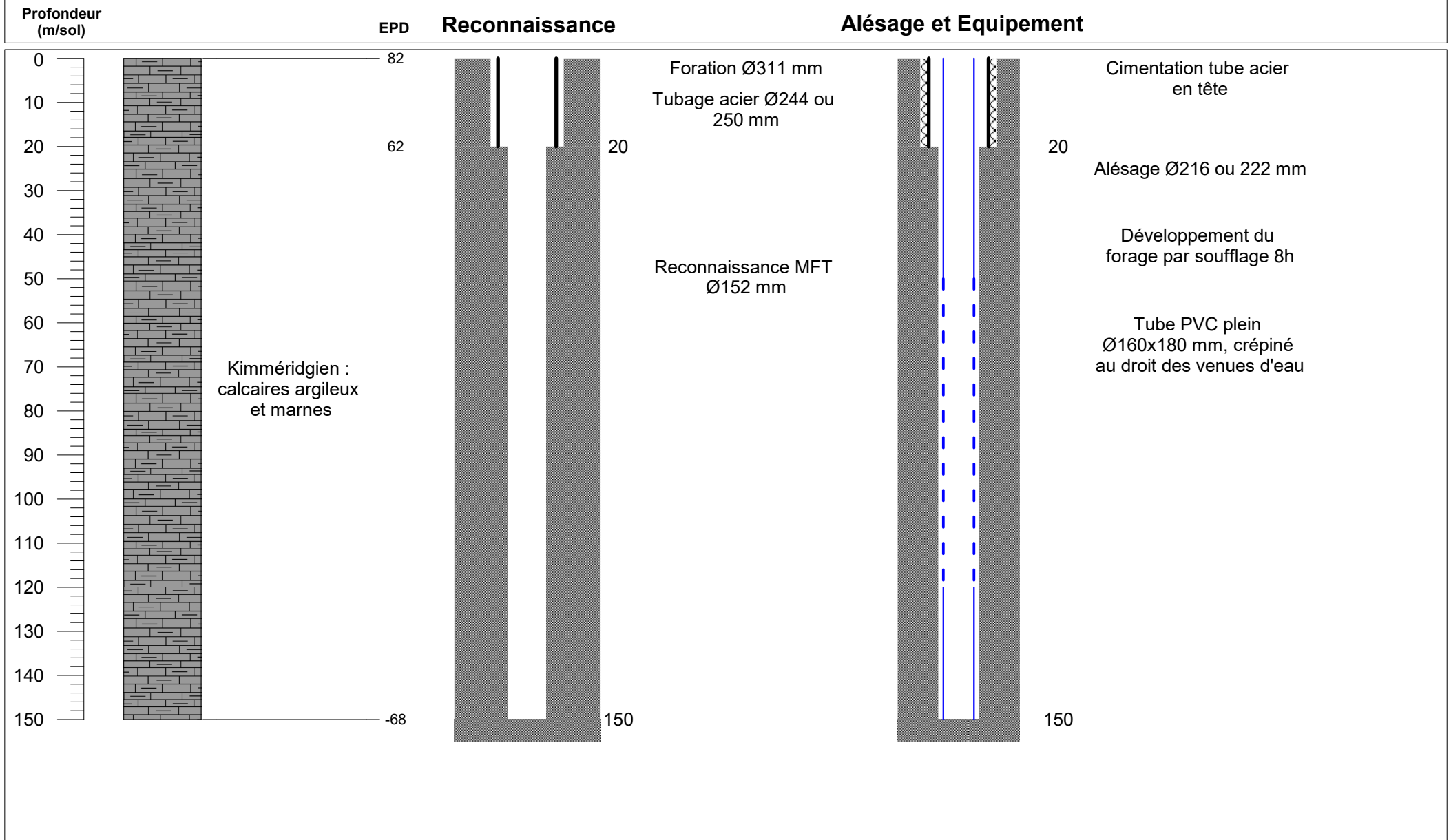
CONTEXTE GEOLOGIQUE

**CRECHE MULTI-ACCUEIL
RUELLE-SUR-TOUVRE (16)
SPL GAMA**

Fig. 3

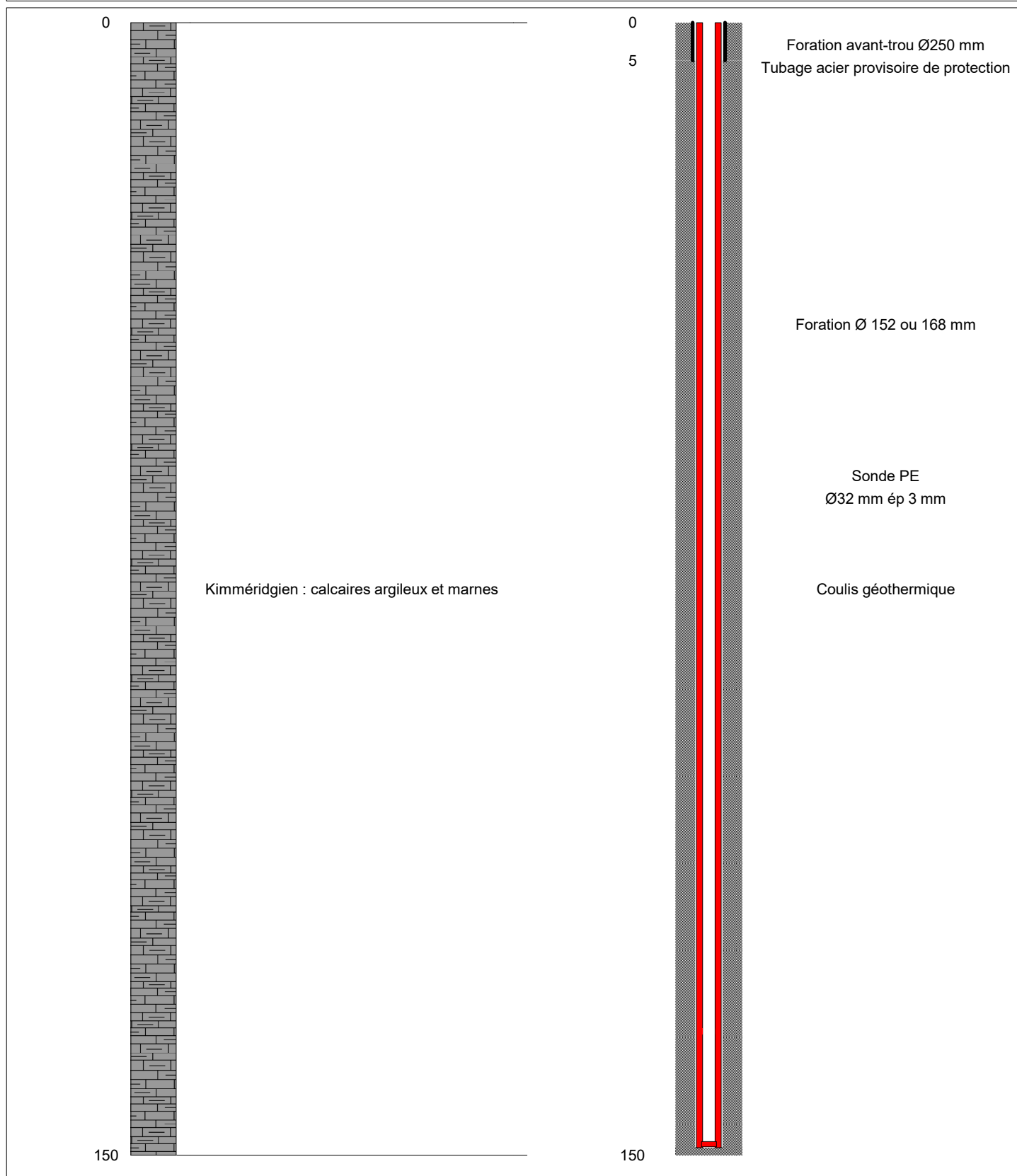
COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE PREVISIONNELLES SONDAGES DE RECONNAISSANCE ET FORAGES - DOUBLET GEOTHERMIQUE

Fig. 4



COUPE TECHNIQUE ET GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE SONDES GEOTHERMIQUES VERTICALES

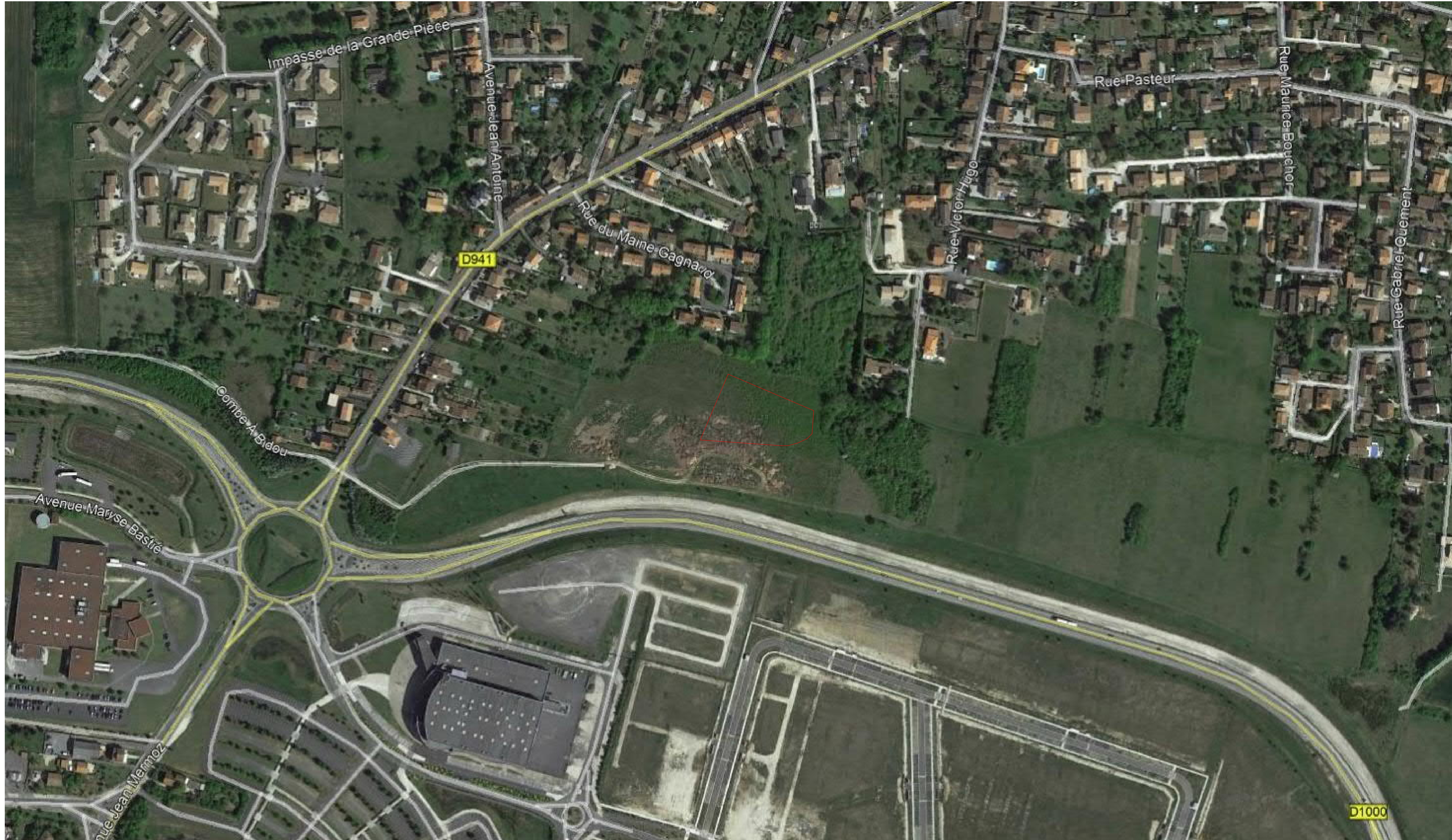
Fig. 5



ANNEXES

ANNEXE 1

Parcellaire du projet de crèche sur photo aérienne



MAITRE D'OUVRAGE :
 Grand Angoulême Mobilité
 Aménagement
 25 boulevard Besson Bey
 16023 Angoulême Cedex
 09.71.00.32.02

**CONSTRUCTION D'UNE CRECHE
 MULTI-ACCUEIL A RUELLE-SUR-TOUVRE**

APS

AGENCE DUCLOS ARCHITECTES
 28, Rue Santos Dumont
 86000 - POITIERS
 Tel : 05.49.55.00.66
 Fax : 05.49.55.34.40
 duclos.architectes@wanadoo.fr

PLAN LOCALISATION

00

DATE : 07/06/2021

ECHELLE : e

Date Ind. modifications

PROVISOIRE

ANNEXE 2

Plan de rez-de-chaussée du projet de crèche



MAITRE D'OUVRAGE : **CONSTRUCTION D'UNE CRECHE MULTI-ACCUEIL A RUELLE-SUR-TOUVRE**
 Grand Angoulême Mobilité Aménagement
 25 boulevard Besson Bey
 16023 Angoulême Cedex
 09.71.00.32.02

APS

AGENCE DUCLOS ARCHITECTES
 28, Rue Santos Dumont
 86000 - POITIERS
 Tel : 05.49.55.00.66
 Fax : 05.49.55.34.40
 duclos.architectes@wanadoo.fr

PLAN DE REZ-DE-CHAUSSEE

02
 ECHELLE : 1 : 100e
 DATE : 07/06/2021

PROVISOIRE

Date	Int.	Modifications

ANNEXE 3

Plan topographique du projet de crèche



MAITRE D'OUVRAGE :
 Grand Angoulême Mobilité
 Aménagement
 25 boulevard Besson Bey
 16023 Angoulême Cedex
 09.71.00.32.02

**CONSTRUCTION D'UNE CRECHE
 MULTI-ACCUEIL A RUELLE-SUR-TOUVRE**

AGENCE DUCLOS ARCHITECTES
 28, Rue Santos Dumont
 86000 - POITIERS
 Tel : 05.49.55.00.66
 Fax : 05.49.55.34.40
 duclos.architectes@wanadoo.fr

PLAN TOPOGRAPHIQUE
 ECHELLE : 1 : 200e

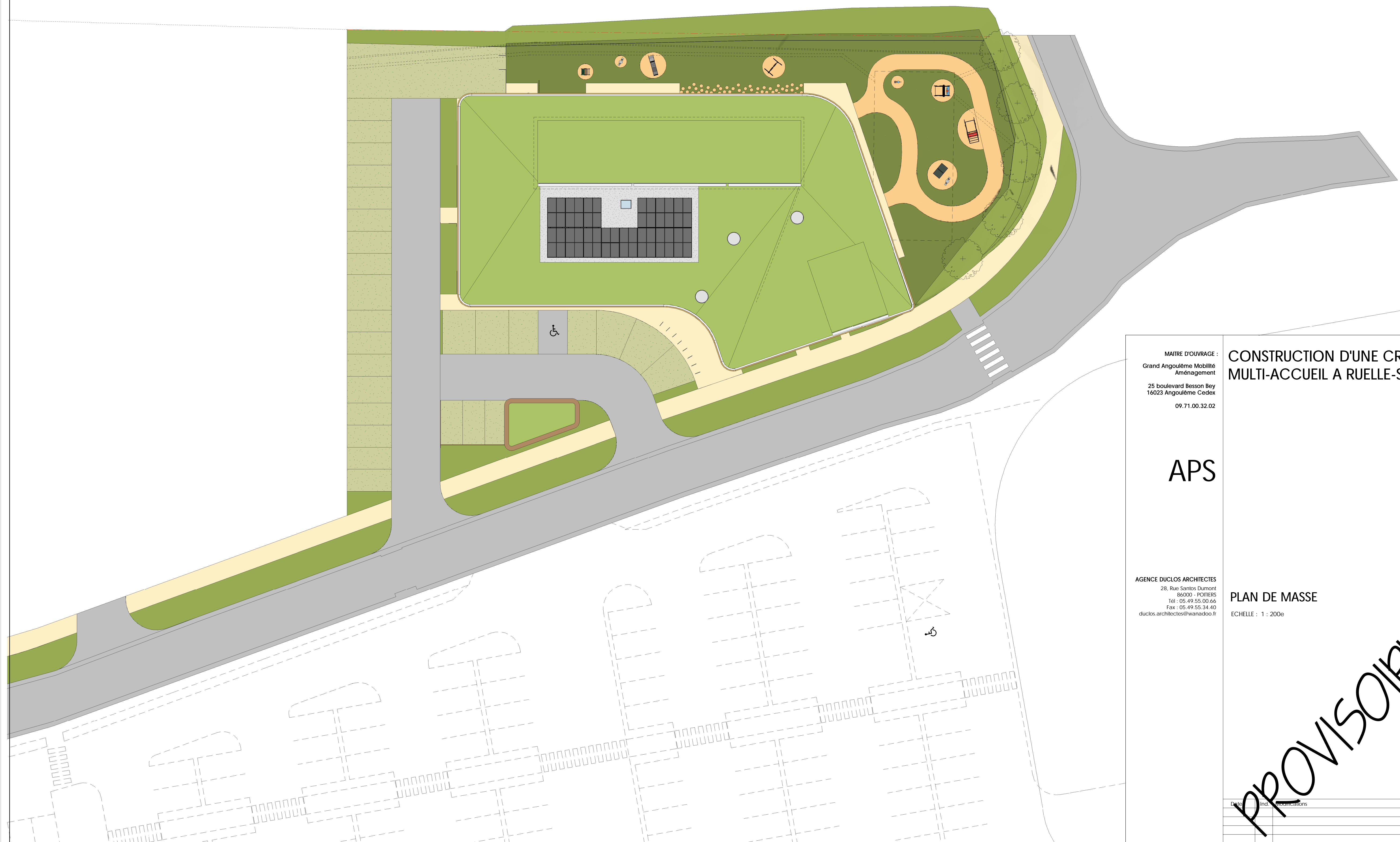
00 B
 DATE : 07/06/2021

PROVISOIRE

Date	Int.	Remarques

ANNEXE 4

Plan de masse du projet de crèche



MAITRE D'OUVRAGE :
 Grand Angoulême Mobilité
 Aménagement
 25 boulevard Besson Bey
 16023 Angoulême Cedex
 09.71.00.32.02

**CONSTRUCTION D'UNE CRECHE
 MULTI-ACCUEIL A RUELLE-SUR-TOUVRE**

APS

AGENCE DUCLOS ARCHITECTES
 28, Rue Santos Dumont
 86000 - POITIERS
 Tél : 05.49.55.00.66
 Fax : 05.49.55.34.40
 duclos.architectes@wanadoo.fr

PLAN DE MASSE

ECHELLE : 1 : 200e

01
 DATE : 07/06/2021

PROVISOIRE

Date	Int.	Modifications

ANNEXE 5

Schéma de principe Chauffage Géothermie

ANNEXE 6

Etude comparative de l'impact environnemental de
différentes solutions de chauffage



Étude comparative de l'impact environnemental de différentes solutions de chauffage

Projet 21d_RST_Construction d'une crèche multi-accueil à Ruelle-sur-Touvre (16)

Mission MISSION D'INGÉNIERIE ENVIRONNEMENTALE

Phase PRO

DATE	05/01/22	INDICE	A	REDIGE PAR	VA
------	----------	--------	---	------------	----

Sommaire

I. Préambule.....	3
II. Impact environnemental des équipements.....	3
III. Impact environnemental des combustibles.....	4
IV. Impact environnemental de chaque solution de chauffage.....	7
V. FDES utilisées.....	8
VI. Lexique des abréviations.....	9

I. Préambule

Le projet de construction d'une crèche multi-accueil à Ruelle-sur-Touvre (16) a pour objectif la réalisation d'un bâtiment performant sur le plan énergétique, confortable, sain, durable, évolutif et aux **impacts sur l'environnement limités**. Ce projet fait donc l'objet d'une **Analyse de Cycle de Vie**, dite ACV, permettant d'estimer l'impact environnemental du projet sur l'ensemble de sa durée de vie. Le projet vise l'objectif d'atteindre un **niveau E4/C1** a minima.

Ce document vise à comparer l'impact environnemental de différentes solutions de chauffage (géothermie sur nappe, géothermie sur sondes, chaufferie gaz, chaufferie biomasse à granulés).

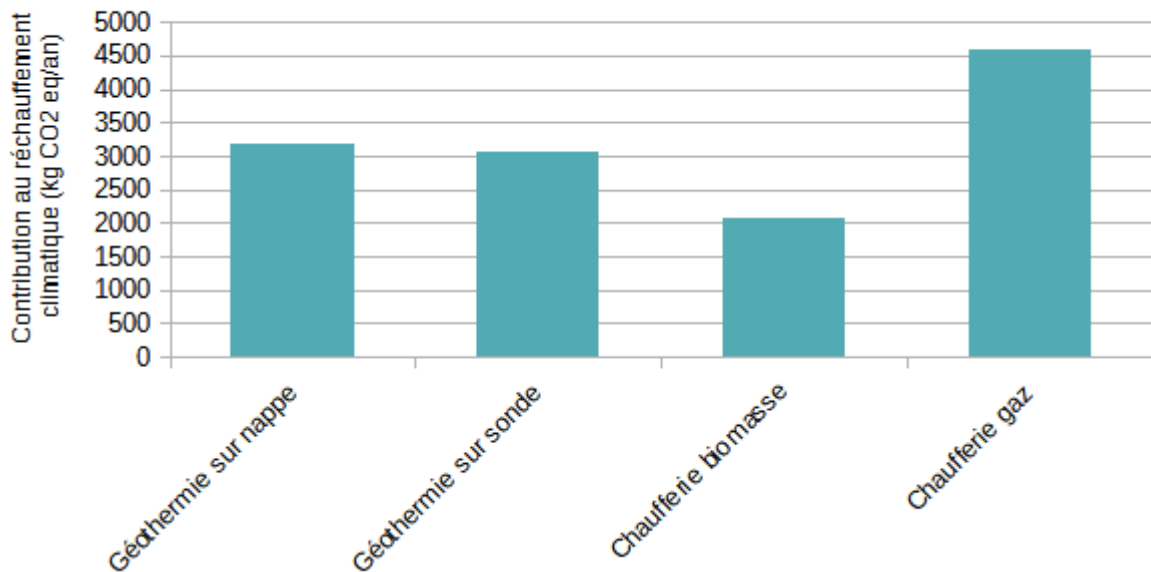
II. Impact environnemental des équipements

	Composants	Puissance (kW)	Contribution au réchauffement climatique		Durée de vie (ans)
Géothermie sur nappe	PAC géothermique	29	2220,0	kg CO2.eq/kW	22
	Tube acier D250 sur 20 m	/	3294,0	kg CO2.eq	50
	Doublet géothermique (tube PVC D160 de 150 m)	/	9642,0	kg CO2.eq	50
	2 collecteurs (A/R)	/	15,1	kg CO2.eq	25
	TOTAL		3185,7	kg CO2.eq/an	
Géothermie sur sonde	PAC géothermique	28	2220,0	kg CO2.eq/kW	22
	4 sondes polyéthylène de 135 m	/	3623,4	kg CO2.eq	50
	Coulis géothermique	/	8631,0	kg CO2.eq	50
	2 collecteurs (A/R)	/	15,1	kg CO2.eq	25
	TOTAL		3071,1	kg CO2.eq/an	
Chaufferie biomasse	Chaudière à granulés bois	30	1170,0	kg CO2.eq/kW	17
	TOTAL		2064,7	kg CO2.eq/an	

	Composants	Puissance (kW)	Contribution au réchauffement climatique		Durée de vie (ans)
Chaufferie gaz	Chaudière gaz	32,3	3130,0	kg CO ₂ .eq/kW	22
	TOTAL		4595,4	kg CO₂.eq/an	

NOTA : La contribution au réchauffement climatique (en kg CO₂ eq) pour chaque solution a été estimée à partir des données du projet et des FDES disponibles sur la base INIES (voir FDES utilisées en annexe). Certains éléments sont issus de **données environnementales par défaut** (aucune donnée environnementale spécifique équivalente n'est disponible). Une donnée générique est le résultat d'un calcul comprenant des coefficients de sécurité. Une marge de sécurité de +30% a pu être prise dans le dimensionnement du produit.

Impact environnemental des équipements



Impact environnemental des équipements sur une année (kg CO₂ eq/an)

On peut noter que la solution de production de chauffage la plus impactante d'un point de vue environnemental est la chaufferie gaz. Elle est 2 fois plus impactante qu'une chaufferie biomasse et 1,5 fois plus impactante qu'une installation géothermique.

La solution de production de chauffage la moins impactante est la chaufferie biomasse. En effet, une solution géothermique est 1,5 fois plus impactante. Ceci s'explique par une contribution au réchauffement climatique plus importante pour une PAC géothermique que pour une chaudière à granulés mais également par les installations supplémentaires propres à la géothermie (tube acier, tubes PVC, collecteurs OU sondes polyéthylène, coulis géothermique, collecteurs selon la solution retenue). La solution géothermique avec la contribution au réchauffement climatique la plus faible est la solution de géothermie sur sondes.

III. Impact environnemental des combustibles

Consommation chauffage projet (kWh ef/m ² S _{RT} .an)	
Géothermie sur nappe	4,4
Géothermie sur sonde	5,2
Chaufferie biomasse	21,8
Chaufferie gaz	19,8
Impact des combustibles (kg CO2 eq/an)	
Géothermie sur nappe (électricité du réseau)	963,1
Géothermie sur sonde (électricité du réseau)	1138,2
Chaufferie biomasse (combustion de bois granulés)	613,5
Chaufferie gaz (combustion de gaz naturel)	5014,9

NOTA : S_{RT} = 1042,3 m²

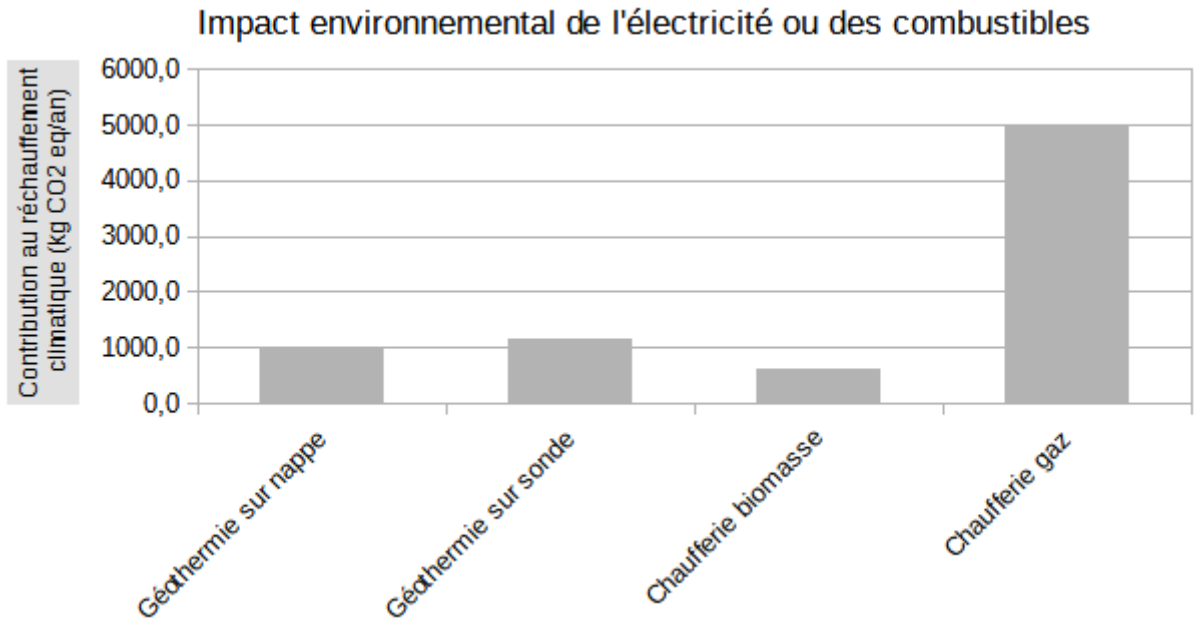
La contribution au réchauffement climatique (en kg CO2 eq) pour chaque solution a été estimée à partir des consommations du projet pour chacune des solutions et des données issues du *Référentiel « Energie – Carbone » pour les bâtiments neufs – Méthode d'évaluation de la performance énergétique et environnementale des bâtiments neufs – Juillet 2017 (voir tableaux ci-après).*

- Impacts des combustibles sur le cycle de vie

	Combustion d'un kWh de gaz naturel en chaudière	Combustion d'un kWh de fioul domestique en chaudière	Combustion d'un kWh de propane en chaudière	Combustion d'un kWh de bois granulés en chaudière	Combustion d'un kWh de bois bûches en chaudière	Combustion d'un kWh de bois plaquettes en chaudière	Combustion d'un kWh de bois plaquettes en poêle à bois	Combustion d'un kWh de bois granulés en poêle à bois	Combustion d'un kWh de bois bûches en poêle à bois
Réchauffement climatique -kg CO2 eq	0,243	0,314	0,270	0,027	0,032	0,013	0,023	0,032	0,046
Epuisement des ressources abiotiques (éléments) - kg Sb eq	8,2E-08	7,4E-08	8,9E-08	1,2E-07	9,8E-08	4,0E-08	2,1E-08	6,8E-08	5,7E-08
Epuisement des ressources abiotiques (fossiles) – MJ	4,0E+00	4,4E+00	5,3E+00	3,7E-01	3,6E-01	1,2E-01	1,2E-01	3,6E-01	3,5E-01
Appauvrissement de la couche d'ozone - kg CFC-11 eq	1,8E-08	5,8E-08	2,1E-09	2,9E-09	4,2E-09	1,4E-09	1,4E-09	2,8E-09	4,2E-09
Formation d'ozone photochimique - kg ethylene eq	4,8E-05	3,9E-05	7,1E-05	1,2E-05	2,1E-05	1,7E-05	1,9E-05	1,3E-05	2,4E-05
Acidification des sols et de l'eau - kg SO2 eq	7,0E-04	7,4E-04	1,5E-03	2,4E-04	2,6E-04	2,5E-04	2,5E-04	2,5E-04	2,6E-04
Eutrophisation - kg (PO4)3- eq	1,7E-05	6,1E-05	1,7E-05	7,1E-05	8,2E-05	8,7E-05	8,8E-05	7,2E-05	9,0E-05
Pollution de l'air - m3 air	5,7E+00	6,4E+00	8,2E+00	1,4E+01	5,5E+01	3,0E+01	5,8E+01	2,4E+01	1,1E+02
Pollution de l'eau - m3 eau	3,7E-02	1,0E-01	7,8E-02	3,0E-02	4,1E-02	4,2E-02	4,2E-02	3,0E-02	5,1E-02

- Impacts de l'électricité sur le cycle de vie selon les usages

	Résidentiel					Tertiaire				
	Chauffage	Climatisation	ECS	Eclairage	Autres	Chauffage	Climatisation	ECS	Eclairage	Autres
Réchauffement climatique -kg CO2 eq	0,210	0,065	0,083	0,121	0,065	0,210	0,066	0,066	0,066	0,066



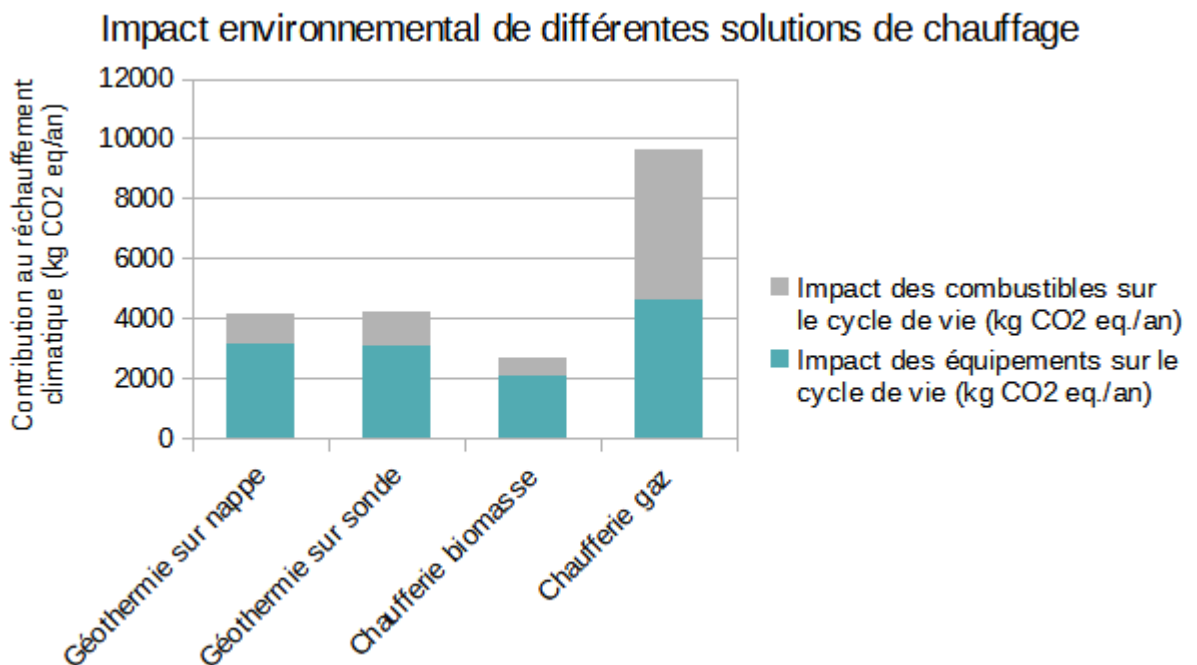
**Impact environnemental de l'électricité ou des combustibles consommés sur une année
(kg CO2 eq/an)**

La contribution au réchauffement climatique de la combustion du gaz naturel en chaudière est sans équivoque la plus importante. Sur un an et pour notre projet, elle est 8 fois supérieure à celle de la combustion du granulé bois et 4,5 à 5 fois supérieure à celle des solutions géothermiques (sur nappe ou sur sondes) utilisant l'électricité du réseau pour faire fonctionner les PAC.

Les solutions géothermiques sont 1,8 fois plus impactantes que la solution chaudière biomasse à granulés bois. Ceci s'explique par l'apport d'électricité non renouvelable et carbonée dans le réseau français aux moments où les besoins sont les plus élevés, à savoir durant la période de chauffage. En effet, durant cette période, la production décarbonée d'électricité via l'énergie nucléaire ne permet pas d'assurer l'ensemble des besoins, ce qui explique que l'impact en terme de réchauffement climatique soit plus important que celui de la combustion de granulés bois en chaudière. L'impact environnemental d'une alimentation électrique est donc très tributaire de la fourniture du réseau.

IV. Impact environnemental de chaque solution de chauffage

Contribution au réchauffement climatique des solutions de chauffage (kg CO2 eq/an)	
Géothermie sur nappe	4148,8
Géothermie sur sonde	4209,3
Chaufferie biomasse	2678,2
Chaufferie gaz	9610,3



Impact environnemental des différentes solutions de chauffage sur une année (kg CO2 eq/an)

On peut noter que la solution chaufferie gaz est nettement plus impactante que les autres solutions (plus de 2 fois plus impactante qu'une solution géothermique et plus de 3,5 fois plus impactante qu'une chaufferie biomasse à granulés bois). En effet, l'impact environnemental lié au combustible de cette solution (gaz naturel) représente plus de 50 % de la contribution globale au réchauffement climatique de cette solution sur un an.

Les deux solutions géothermiques (sur nappe et sur sonde) sont équivalentes du point de vue de la contribution au réchauffement climatique. La solution de chaufferie biomasse à granulés bois reste la moins impactante.

V. FDES utilisées

Dénomination matériau	Fiche	Durée de vie (ans)	N° fiche	Type de fiche
Géothermie sur nappe				
PAC géothermique	Pompe à chaleur géothermie non réversible de production de chaud collective	22	18649	Déclaration collective
Tube acier D250 sur 20 m	Tube en acier noir pour usage en chauffage et climatisation [DN=125mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT	50	16399	Donnée environnementale par défaut
Doublet géothermique (tube PVC D160 de 150m)	Réseaux d'adduction d'eau en PVC [Diam entre 110 et 200 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT	50	13642	Donnée environnementale par défaut
Collecteurs (A/R)	Collecteur (=nourrice=répartiteur=clarinette) en laiton à 4 sorties - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT	25	10865	Donnée environnementale par défaut
Géothermie sur sondes				
PAC géothermique	Pompe à chaleur géothermie non réversible de production de chaud collective	22	18649	Déclaration collective
4 sondes polyéthylène D135	Réseau d'évacuation et d'assainissement en polyéthylène haute densité [DN = 50 mm] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT	50	13736	Donnée environnementale par défaut
Coulis géothermique	Coulis de ciment bentonitique [A4 = 0 km] - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT	50	28082	Donnée environnementale par défaut
Collecteurs (A/R)	Collecteur (=nourrice=répartiteur=clarinette) en laiton à 4 sorties - DONNEE ENVIRONNEMENTALE PAR DEFAUT	25	10865	Donnée environnementale par défaut
Chaufferie biomasse (granulés bois)				
Chaudière à granulés bois	Chaudière biomasse à granulés de bois assurant le chauffage seul	17	23979	Déclaration collective
Chaufferie gaz				
Chaudière gaz	Chaudière à condensation gaz collective chauffage seul	22	14081	Déclaration collective

VI. Lexique des abréviations

Kg équivalent CO₂ = cette unité est à utiliser pour quantifier le potentiel de réchauffement global. Elle permet d'évaluer l'impact de différents gaz à effet de serre avec comme unité de comparaison le dioxyde de carbone. Le tableau suivant présente les durées de vie et le PRG des principaux gaz à effet de serre.

GWD = potentiel de réchauffement climatique ;

DED = donnée environnementale par défaut.

ANNEXE 7

Résumé non technique des demandes d'autorisation de recherches et d'ouverture de travaux miniers de recherche

RESUME NON TECHNIQUE

1. INTRODUCTION

La Mairie de Ruelle-sur-Touvre est maître d'ouvrage d'un projet de construction d'une crèche multi-accueil au lieu-dit Plantier du Maine Gagnaud.

Dans un souci de facture énergétique maîtrisée, d'exemplarité environnementale, de construction harmonieusement intégrée à son environnement et de promotion des ressources renouvelables locales, Grand Angoulême Mobilité Aménagement (SPL GAMA), maître d'ouvrage délégué du projet, souhaite mettre en place pour ce projet des forages géothermiques sur nappe (doublet) ou sur sondes verticales (champ de sondes) afin de fournir les besoins en chaleur et en rafraîchissement du bâtiment de la future crèche.

Le besoin du bâtiment, le dimensionnement des forages et l'environnement du projet ne présentent pas de contrainte susceptible de compromettre une exploitation géothermique dans le cadre de la Géothermie de Minime Importance (GMI).

Néanmoins :

- en raison de la présence de la future crèche dans le périmètre de protection rapprochée du captage AEP de Coulonge-sur-Charente, prise d'eau dans la Charente située en Charente-Maritime à plus de 60 km à l'ouest,
- malgré le risque inexistant d'incidence de ce projet de travaux et d'exploitation géothermique sur cette prise d'eau,

ce projet de forages géothermiques ne peut entrer dans le régime déclaratif simplifié de la GMI et bascule dans le régime de demande d'autorisation qui équivaut à la recherche d'un gîte géothermique en basse température.

Pour réaliser les forages, il y a de ce fait nécessité d'obtenir :

- une autorisation de recherches,
- une autorisation d'ouverture de travaux miniers de recherche,

sujet du présent dossier qui regroupe ces deux demandes d'autorisation.

2. INTERVENANTS

Pour ce projet de géothermie :

- SPL GAMA est maître d'ouvrage délégué,
- ITES assure la maîtrise d'œuvre du Lot Chauffage-Ventilation-Climatisation (LOT CVC),
- HYDRO INVEST réalise les études de faisabilité des forages géothermiques (LOT FORAGES).

3. DESCRIPTION DU PROJET

Ce projet de géothermie :

- permet d'exploiter une énergie renouvelable, la chaleur du sous-sol,
- est une alternative aux chaufferies 100% gaz.

La surface intérieure du bâtiment de la future crèche est de l'ordre de 800 m².

Le dimensionnement prévu pour le chauffage et le rafraîchissement du bâtiment est résumé ainsi :

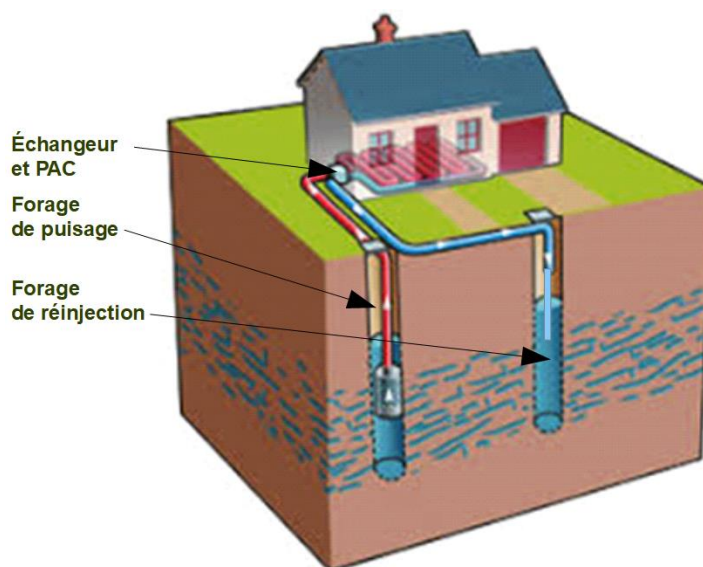
- Plancher chauffant-rafraîchissant (système réversible)
- Régime d'eau du plancher chauffant : 30/35°C
- Production ECS ponctuelle par chauffe-eau électrique
- Puissance PAC : 24 kW

La Mairie de Ruelle-sur-Touvre envisage en première solution la création d'un doublet géothermique.

Le doublet est la combinaison :

- d'un forage de pompage dans lequel est puisée l'eau à la température du gisement géothermique,
- d'un forage de réinjection par lequel l'eau puisée est réintroduite dans la même nappe après soutirage d'une partie de ses calories par une pompe à chaleur eau/eau installée dans la chaufferie du bâtiment.

Schéma conceptuel d'un doublet géothermique



Source : ADEME/BRGM (modifié)

Il n'y a aucun stockage d'eau entre le pompage et la réinjection, pas d'altération qualitative de l'eau réinjectée dans la nappe et aucune perte de volume d'eau.

Comparée à l'eau puisée, l'eau est seulement réinjectée à une température plus chaude ou plus froide selon les besoins du bâtiment, avec un différentiel de température qui n'excèdera pas 5°C.

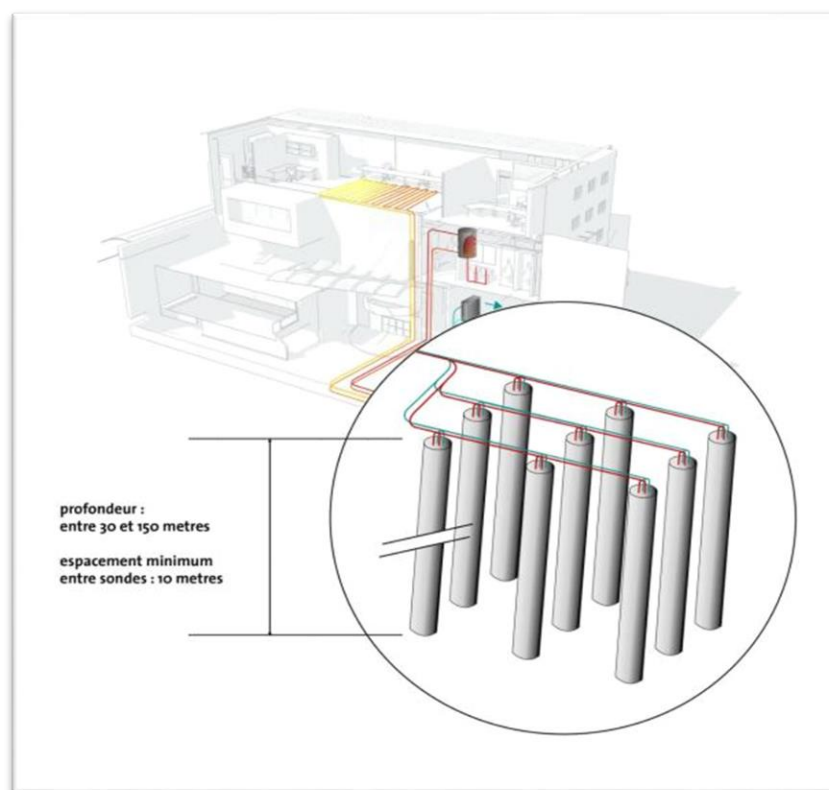
En cas d'inadéquation de la ressource en eau souterraine disponible pour installer un doublet (recherche en eau jusqu'à 150 m de profondeur), les sondages de reconnaissance seront transformés en sondes verticales pour mettre en place un champ de sondes.

Ce champ de sondes sera constitué de 3 sondes verticales de 150 m de profondeur.

Les sondes géothermiques verticales (SGV) récupèrent la chaleur du sol par circulation d'un fluide caloporteur en circuit fermé dans des boucles de sonde installées dans chaque forage.

Après installation des boucles, les forages sont cimentés sur toute leur hauteur avec un ciment géothermique qui permet d'assurer le contact et une bonne conductivité thermique entre les sondes et le sous-sol (circuit primaire).

Schéma conceptuel d'un champ de sondes



Source : ADEME

Le doublet est envisagé en première solution car :

- en cas de ressource en eau conséquente mise en évidence par la recherche en eau et de confirmation de l'exploitation sur doublet pour les besoins de la crèche, il pourra être envisagé d'utiliser le doublet pour fournir d'autres bâtiments proches (projets de construction en cours autour de la future crèche),
- les forages sur doublet, s'ils sont correctement suivis, entretenus et maintenus (remplacement d'équipements : tubages, pompes, etc) ont une durée de vie plus longue que les sondes verticales qui sont exploitables tout au plus une centaine d'années.

Les forages seront implantés dans l'emprise du projet de construction de la crèche.

La commune est propriétaire du site.

La ressource ciblée par le projet de doublet est la nappe des calcaires et marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur).

Le volume de prélèvement/réinjection d'eau souterraine demandé pour fournir les besoins de la crèche est de 8 000 m³.

Ce volume correspond à un fonctionnement de 2000 h par an (temps de fonctionnement maximal estimé de la pompe à chaleur) pour un débit de pompage/réinjection de 4 m³/h.

Le volume puisé au forage de production (F1) sera réinjecté dans la même nappe par le forage de réinjection (F2).

Ce projet de doublet n'est pas en concurrence avec une exploitation d'eau souterraine au voisinage (captage d'eau potable, usage industriel, etc).

Il n'existe pas d'autre autorisation de recherche ou permis d'exploitation d'un gîte géothermique en basse ou haute température sur la commune de Ruelle-sur-Touvre.

Il n'y a pas de forages en Géothermie de Minime Importance au droit de la commune.

Si la recherche en eau n'est pas concluante pour mettre en place un doublet, il sera mis en place trois sondes verticales avec un espacement d'environ 11 m entre chaque sonde.

Sur sondes verticales, étant donné :

- la faible demande en puissance du projet : 19 kW à extraire du sous-sol en période de pointe,
- la taille restreinte du champ de sondes dimensionné en conséquence : 3 sondes verticales à 150 m de profondeur pour extraire 40 W par mètre linéaire de sonde,
- d'un fonctionnement en période estivale (besoins de rafraîchissement) et hivernale (besoins de chaleur) qui permet la recharge thermique du sous-sol,

l'incidence thermique de cette exploitation sur le sol et le sous-sol sera négligeable.

Le coût d'investissement du projet de doublet géothermique (études, travaux, équipements) est de l'ordre de 107 000 € HT.

Ce coût est hors pompe à chaleur, échangeur, local technique et émetteurs dans le bâtiment (réseau secondaire).

Dans le coût d'investissement, les coûts de foration sont estimés pour des forages de 150 m de profondeur. Si la recherche en eau met en évidence une ressource pertinente à moindre profondeur, les coûts de foration seront réduits.

Le coût d'investissement du projet sur sondes verticales (études, travaux, équipements) est de l'ordre de 82 000 € HT (hors pompe à chaleur, échangeur, local technique et émetteurs dans le bâtiment).

Le financement du projet de géothermie est piloté par SPL GAMA et la Mairie de Ruelle-sur-Touvre. Un recours au Fonds Chaleur de l'ADEME est sollicité.

Pour ce projet, la proportion des coûts d'étude et d'équipement qui sera couverte par ce fonds est estimée de l'ordre de 50 %.

Les coûts d'investissements indiqués ci-dessus n'intègrent pas ces aides.

Une étude comparative de l'impact environnemental de différentes solutions de chauffage a été réalisée par le bureau d'études 180 DEGRÉS INGÉNIERIE.

Cette étude compare 4 solutions : géothermie sur nappe (doublet), géothermie sur sonde (sondes verticales), chaufferie biomasse et chaufferie gaz.

D'après cette étude, la géothermie représente un réel intérêt comparé à une chaufferie gaz, quel que soit le type de géothermie (doublet ou sondes verticales).

4. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

D'après la carte géologique 1/50 000 d'Angoulême (carte BRGM n°709), les premiers terrains rencontrés au droit du projet appartiennent au Jurassique supérieur (Malm). Il s'agit d'une épaisse série de marnes et de calcaires marneux du Kimméridgien, de 150 à 200 m d'épaisseur, qui surmonte la série calcaire de l'Oxfordien (faciès « rauracien »), épaisse de plus de 130 m.

Dans les calcaires argileux et les marnes du Kimméridgien (Jurassique supérieur), la nappe en réseau (porosité de fissures et de fractures, voire de drains) est peu présente à l'exception des bordures de chaque vallée active.

Les premiers mètres rencontrés dans ces formations peuvent héberger une nappe superficielle développée dans la frange altérée des calcaires, peu productive et vraisemblablement tarie en plein été, dans laquelle sont implantés des puits domestiques de moins de 20 m de profondeur. Il y a peu de forages productifs dans le secteur.

Quelques puits sont implantés dans les alluvions de la Touvre. Au plus proche du projet, ces alluvions sont rencontrées à l'affleurement à 550 m au nord.

5. PROJET DE TRAVAUX

HYDRO INVEST assurera la coordination et le suivi géologique des travaux (Lot Forage) ainsi que la réalisation du dossier de demande d'exploitation des forages. Cette société possède la qualification OPQIBI RGE n°1007 Etude des ressources géothermiques et des références récentes pour assurer ces missions.

L'objectif du doublet est de puiser et réinjecter dans la même nappe un débit de 4 m³/h.

En cas d'échec, les sondages mécaniques de recherche en eau seront transformés en sondes verticales.

Au vu des terrains calcaires sous-jacents au droit du site, le mode de forage préconisé sera le marteau fond-de-trou.

La reconnaissance est prévue jusqu'à 150 m de profondeur.

En cas de ressource suffisante, la productivité des forages, les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe sollicitée au droit de ces ouvrages et la qualité de l'eau puisée seront vérifiées.

En cas de ressource insuffisante et/ou d'une eau de qualité trop médiocre, les sondages de recherche en eau seront remplacés par des sondes verticales.

Le présent projet de champ de sondes a pour objectif l'aménagement de 3 sondes verticales à 150 m de profondeur en cas d'abandon de la solution sur doublet.

Chaque boucle de sonde sera testée en pression avant leur installation dans chaque forage puis après cimentation afin de prévenir toute fuite.

Les ouvrages et les travaux de forage géothermique devront répondre :

- aux prescriptions de l'arrêté du 25 juin 2015 relatif à la Géothermie de Minime Importance (GMI) : pour rappel, bien que n'entrant pas dans le cadre réglementaire de la GMI du fait de la présence du projet dans le périmètre de protection rapprochée de l'AEP de Coulonge, le dimensionnement des forages et leur exploitation demeurent conformes aux prescriptions de cette géothermie réalisée à faible profondeur,
- sur doublet, aux exigences de la norme NF X10-999 relative aux forages d'eau et aux ouvrages de géothermie,
- sur sondes verticales, aux exigences des normes NF X 10-970, NF X 10-960, et NF XP X 10-950 relatives aux sondes géothermiques verticales.

Pour la réalisation du doublet, l'entreprise de travaux devra posséder la qualification RGE OPQIBI QUALIFORAGE NAPPE.

Pour la réalisation du champ de sondes, l'entreprise de travaux devra posséder la qualification RGE OPQIBI QUALIFORAGE SONDE.

Ces qualifications attestent de la compétence, de l'expérience et des références du prestataire de travaux pour réaliser les forages géothermiques.

Le prestataire devra être expérimenté dans le forage en terrain calcaire.

Les forations seront réalisées dans les terrains du Jurassique supérieur (Kimméridgien).

Les forages sur doublet seront équipés en tête d'un tubage acier cimenté de 0 à 20 m afin de stabiliser les terrains de surface et d'aveugler les potentielles venues d'eau de subsurface.

La cimentation de l'annulaire des forages sera réalisée jusqu'à la cote sol et les tubages de tête seront rehaussés au-dessus de cette cote pour protéger les ouvrages du ruissellement.

La structure des forages permettra d'assurer la stabilité des ouvrages et la préservation des venues d'eau souterraine traversées.

Au vu du contexte hydrogéologique local et du projet de travaux, le risque de mise en communication de différentes nappes est inexistant pour ce projet.

Le suivi géologique et hydrogéologique sur site des travaux de forage permettra d'adapter le programme à l'avancement.

La coupe technique des forages sera adaptée en fonction des terrains et venues d'eau rencontrées.

Si un aquifère superficiel est isolé, un contrôle de qualité de la cimentation sera réalisé.

Les travaux de forages sont prévus pour la fin du 3^{ième} trimestre/début du dernier trimestre 2022, en période de basses eaux, saison idéale pour vérifier la disponibilité de la ressource en eau souterraine en conditions critiques.

En cas de venues d'eau pertinentes, la productivité des deux forages (F1 et F2) sera évaluée par des essais de pompage pour conclure sur la faisabilité sur doublet.

En cas d'impossibilité de mettre en œuvre la solution sur doublet, le projet prévoit la transformation des/du forage(s) provisoire(s) de recherche en eau en sonde(s) verticale(s) et de poursuivre les travaux pour mettre en place un champ de 3 sondes verticales de 150 m de profondeur.

Il n'y a pas d'essai spécifique à réaliser pour confirmer la productivité des sondes verticales, uniquement des contrôles de pression des boucles de sonde et des raccordements pendant leur installation.

Quel que soit le type de forage géothermique installé (doublet ou sondes verticales), les têtes de forage seront équipées et aménagées pour éviter tout risque d'intrusion du ruissellement et des eaux de subsurface dans l'ouvrage.

6. SUIVI DE L'EXPLOITATION

L'exploitant du réseau de chaleur de la crèche assurera le suivi et la maintenance des installations de géothermie.

Le prestataire de suivi et de maintenance vérifiera l'énergie thermique transférée au réseau. Cette surveillance permet de s'assurer du bon fonctionnement des installations et d'en optimiser l'exploitation.

La pompe à chaleur sera contrôlée au minimum une fois par an par un professionnel qualifié chargé du contrat d'entretien.

Pour la solution sur doublet, lors de la première année d'exploitation, il sera réalisé un suivi hydraulique et thermique du doublet à partir de mesures en continu (niveaux d'eau/pressions,

températures, volume/débit puisé) avec recommandations d'exploitation, de suivi et de maintenance.

Il sera par la suite nécessaire de procéder à minima tous les 10 ans à une inspection caméra des forages pour contrôler leur état. Ce contrôle vidéo peut également être justifié en cas d'anomalie constatée : perte de productivité, difficulté de réinjection, eau turbide, changement trop fréquent du filtre, etc.

Selon l'anomalie constatée, le diagnostic pourra si besoin être complété par d'autres opérations (essais par pompage, analyse d'eau, etc).

Le suivi du doublet et les éventuels diagnostics des forages permettent d'orienter les opérations de maintenance.

L'entretien et le diagnostic du doublet seront réalisés par une entreprise spécialisée.

7. ETUDE D'IMPACT

7.1 ETAT INITIAL

Le parcellaire dédié à la construction de la crèche est actuellement une friche enherbée en zone périurbaine.

Le site est bordé par d'autres friches plus ou moins boisées et par des zones résidentielles (habitation la plus proche à environ 70 m au nord-est du site).

La route départementale D1000 longe à 75 m au sud dans la direction Est-Ouest.

L'espace Carat – Parc des expositions est implanté à 220 m au sud-ouest.

Le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) de la Communauté d'Agglomération Grand Angoulême ne présente pas de contre-indications ou de prescriptions pour la réalisation de forages géothermiques à moins de 200 m de profondeur (doublet ou sondes verticales) au droit du projet.

Le contexte géologique et hydrogéologique est présenté § 4.

La masse d'eau souterraine concernée par le projet de doublet correspond aux *Calcaires du Jurassique supérieur du BV Charente secteur hydro r0, r1, r2, r3, r5* (masse d'eau FRFG016).

Cette masse d'eau est en bon état quantitatif, en mauvais état chimique, subit une pression diffuse d'origine agricole et ne subit pas de pression de prélèvement.

Le projet de forage et d'exploitation géothermique ne s'adresse pas à une masse d'eau superficielle.

La Touvre s'écoule au plus proche à 860 m au nord-nord-est du projet :

masse d'eau rivière FRFR8A - La Touvre du confluent du Rochejoubert au confluent de la Charente

Il n'y a pas d'ouvrage de prélèvement d'eau au droit du projet de construction de la crèche.

Les 4 puits recensés à moins de 2 km du projet, au vu de leur faible profondeur (7 à 17 m), captent des nappes superficielles développées dans les alluvions ou dans les calcaires altérés.

Les 2 sources recensées à moins de 2 km sont à plus de 1.5 km au sud du projet et drainent en pied de versant une nappe superficielle développée dans la frange altérée des calcaires du Turonien (Crétacé).

L'état de ces points d'eau (exploité, non exploité, etc) et leur type d'usage (domestique, industriel, etc) ne sont pas renseignés.

D'après la base de données nationale sur les prélèvements d'eau (BNPE Eaufrance) et le Système d'Information sur l'Eau Adour Garonne (SIEAG), pour tout type d'usage (eau potable, eau industrielle, eau turbinée en barrage, irrigation, etc), il n'y a pas de prélèvement d'eau souterraine sur la commune de Ruelle-sur-Touvre.

D'après ces mêmes bases de données, il n'y a aucun prélèvement sur la commune voisine de l'Isle d'Espagnac.

Ce projet de forages géothermiques est localisé en Zone de Répartition des Eaux.

Ce projet n'est pas en concurrence avec des prélèvements d'eau aux alentours.

En terme de risques naturels ce projet est :

- hors zone inondable,
- en zone de sismicité modérée,
- hors zones de mouvements de terrain existant
- en zone d'exposition moyenne au retrait-gonflement des sols argileux
- hors zone de cavités souterraines recensées,
- hors zone à risque de remontée de nappe

A proximité du projet :

- il n'y a pas de stockage d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres matières polluantes, de bâtiments d'élevage, d'ouvrages de traitement des eaux usées collectifs ou non collectifs,
- il n'y a pas de conduite d'assainissement individuel ou collectif, ou autres matières polluantes.

Le projet n'est pas dans l'emprise d'une zone classée en tant que patrimoine culturel ou archéologique.

En terme d'activité industrielle au voisinage du projet :

- Il n'y a pas d'installation nucléaire ;
- La canalisation de transport de matières dangereuses passe au plus proche à 800 m au Sud-Est du projet (canalisation GRDF de transport de gaz naturel) ;
- Il n'y a pas d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) à moins de 1 km du site ;
- La société NAVAL GROUP, spécialisée dans la construction de navires et de structures flottantes, est implantée à 850 m au Nord-Est du projet ;
- Deux activités à moins de 500 m du projet sont recensées dans la base de données BASIAS, ces activités sont terminées ;
- La commune de Ruelle-sur-Touvre n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) installations industrielles.

Le projet n'est pas situé au droit d'une zone naturelle et protégée (ZNIEFF, Natura 2000, parc national, zone humide, etc).

La zone naturelle la plus proche est à 800 m au nord du projet :

Vallée de la Charente entre Cognac et Angoulême et ses principaux affluents
(NATURA 2000 FR5402009 Directive Habitats et ZNIEFF 540120111 de Type 2)

Il n'y a pas de plan d'eau ou de site de baignade au voisinage du projet.

La zone humide la plus proche se situe à 900 m au nord (La Touvre).

7.2 ANALYSE DES IMPACTS ET MESURES COMPENSATOIRES

Ce projet de forages et d'exploitation géothermique n'est pas de nature à modifier l'état des masses d'eau environnantes, autant sur le plan quantitatif que qualitatif.

Il n'y a pas de suspicion de pollution des venues d'eau recherchées par forage.

L'eau extraite lors du développement des forages et pompée lors des essais de puisage sera rejetée dans un fossé, un point bas ou dans un réseau pluvial.

Les volumes d'eau extraits seront faibles (tout au plus 500 m³ au total)

Un contrôle visuel de la turbidité de l'eau extraite sera assuré.

Quel que soit la solution géothermique développée (doublet ou sondes verticales), les forages seront équipés et aménagés pour éviter tout risque de communication internappe et d'intrusion du ruissellement et des eaux de subsurface.

Chaque forage sera équipé d'un dispositif de protection étanche et protégé en tête par les passages nécessaires.

Le principe du doublet est de réinjecter en simultané et dans la même nappe l'eau pompée au forage de production dans un forage de réinjection.

Il n'y a aucune perte nette de volume d'eau au droit du réservoir sollicité.

Il en est de même pour les sondes verticales dont l'exploitation ne requiert ni prélèvement ni rejet dans la ressource en eau.

L'incidence de l'exploitation sur doublet sur le niveau de la nappe du Jurassique supérieur et sur la disponibilité de cette ressource sera marginale du fait de la réinjection des volumes prélevés dans la même nappe et du faible débit de pompage-réinjection requis pour ce projet (4 m³/h).

Il existe une incidence thermique (propagation d'une bulle d'eau froide dans le sous-sol) qui peut atteindre le forage de pompage, d'autant plus au vu du faible espacement entre le forage de pompage et le forage de réinjection, de l'ordre de 35 m.

En cas de recherche en eau fructueuse, les essais de pompage-réinjection et les simulations d'exploitation permettront de quantifier cette incidence et de fournir des recommandations d'exploitation (temps de fonctionnement, débits, etc) pour maintenir la productivité du doublet sur le long terme.

Si lors des forations les venues d'eau rencontrées sont estimées insuffisantes et/ou de trop mauvaise qualité pour développer cette solution, celle-ci sera abandonnée pour la solution sur sondes verticales.

En terme d'incidence thermique du doublet sur la ressource en eau souterraine, la différence de température entre le pompage et la réinjection sera au maximum de 5°C (delta T° exploité à l'échangeur en chaufferie) pour une température de l'eau pompée de l'ordre de 15-16°C, ce qui signifie la réinjection d'une eau vers 10°C en hiver et vers 20°C en été.

Au vu du très faible débit d'exploitation nécessaire en pompage-réinjection (4 m³/h) et du faible delta T° exploité, l'incidence thermique et hydraulique du doublet sur la ressource en eau souterraine sera marginale et non problématique pour les usages et milieux au voisinage.

L'incidence de l'exploitation des sondes verticales sera également uniquement d'ordre thermique. Cette incidence sera peu étendue et très marginale au vu des faibles besoins énergétiques de la crèche (puissance à récupérer dans le terrain de 17 kW en période de pointe).

Le projet ne présente pas de risque d'incidence sur les points d'eau et prélèvements au voisinage.

Lors des travaux :

- Les déblais de creusement (forages, tranchées de raccordement) seront évacués et/ou réutilisés sur site selon les normes et réglementations en vigueur.
- Une gestion des fluides (gasoil, etc) sera assurée sur site (géotextile, absence de stockage) pour palier tout risque de pollution du sol et du sous-sol.

Il n'y a pas de stockage de produit chimique spécifiquement associé aux installations géothermiques prévues et à leur maintenance hormis des produits d'entretien qui seront stockés dans un local technique fermé et isolé de l'extérieur.

L'installation géothermique est dimensionnée pour pallier tout risque d'exposition des sols et du sous-sol à d'éventuels polluants.

Autant en phase travaux qu'en phase exploitation, ce projet de géothermie ne présente pas de risque d'incidence sur les milieux naturels et protégés recensés à proximité.

Il n'y a pas de risque naturel à prendre en compte pour ce projet, ni de risque technologique.

En phase travaux, les moteurs thermiques des machines utilisées (foreuse, compresseur, poids lourds) auront des émissions conformes à la réglementation en vigueur.

Les entreprises de travaux porteront les équipements de protection individuelle (E.P.I.) conformes à la réglementation en vigueur.

L'habitation la plus proche du site est à environ 70 m au nord-est.

Il n'y a pas de risque de gêne associée aux poussières et odeurs en provenance des travaux.

L'installation ne générera pas de rejet de gaz de combustion et d'odeur.

Le fluide géothermique exploité pour ce projet (eau souterraine de l'aquifère du Jurassique supérieur sur doublet, eau glycolée en circuit fermé sur sonde) ne générera pas d'odeurs et d'émissions atmosphériques particulières.

Le projet ne présente aucune incidence en terme d'intégration dans le paysage (plan local d'urbanisme, incidence paysagère, éclairage et illuminations).

L'incidence de ce projet de géothermie comparée à une solution 100% gaz est positive.

Ce projet d'exploitation géothermique est une alternative aux chaufferies gaz.

La géothermie valorise l'exploitation d'une ressource renouvelable et locale

Comparée à la géothermie, les chaufferies qui fonctionnent au gaz sont davantage émettrices de gaz à effet de serre (émission de dioxyde de carbone).

L'étude comparative de l'impact environnemental de différentes solutions de chauffage réalisées pour ce projet confirme que la géothermie présente un intérêt fort en terme d'impact environnemental comparée à une chaufferie gaz ou à une chaufferie biomasse, quel que soit le type de géothermie préconisé (doublet ou sondes verticales).

La municipalité et les riverains seront avertis des dates de chantier prévues.

Les travaux se dérouleront en semaine et en journée, entre 7h et 19h, en adéquation avec la réglementation en vigueur.

Il n'y a pas d'incidence problématique à prévoir concernant la gêne sonore et les vibrations induites par les travaux de forage.

Au vu des profondeurs prévues pour chaque forage (150 m), les temps de foration seront courts, tout au plus de quelques heures avec des temps de foration discontinus.

Les prestataires sur site porteront les équipements de protection individuelle réglementaires (casque anti-bruit, etc).

Au des distances et du phasage des travaux, il n'y a pas de risque de dégradation de l'existant du fait des vibrations induites par la foration (percussion au marteau fond-de-trou).

Quel que soit le type de géothermie qui sera mis en place (doublet ou sondes verticales), l'exploitation des forages ne générera pas de nuisances sonores particulières.

Les entreprises en charge des travaux d'aménagement des installations géothermiques (forages, raccordements, chaufferie) seront responsables de l'évacuation et du traitement des déchets selon la réglementation en vigueur.

En phase d'exploitation, les déchets des produits d'entretien des installations géothermiques seront éliminés conformément à la réglementation en vigueur.

La circulation induite par le chantier n'engendrera pas de contrainte spécifique d'accès et de circulation.

Le trafic routier induit par les travaux prévus est restreint.

La circulation des machines sur site se fera uniquement pendant les horaires de chantier, en semaine et en journée.

L'approvisionnement du chantier se fera préférentiellement en dehors des heures d'affluence.

L'exploitation de l'installation géothermique n'engendre pas de circulation supplémentaire.

Les travaux d'aménagement de la crèche, dont les installations géothermiques, seront réalisés en conformité avec les règles de santé et d'hygiène publique.

Un coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) sera désigné dans le cadre des travaux de construction de la crèche et veillera au déroulement des travaux dans le respect des réglementations et normes en vigueur.

L'état initial (cf. § 7.1) et l'analyse des incidences diverses (bruit, odeur, rejet atmosphérique, etc) ne font pas état de dangers et de risques, induits par les travaux et par l'exploitation des installations géothermiques prévues, qui soient susceptibles de nuire à la santé des populations :

Il n'y a pas de mesures compensatoires à prévoir pour ce projet au vu de son incidence nulle à marginale.

A notre connaissance, il n'y a aucun projet de géothermie existant ou prévu sur la commune de Ruelle-sur-Touvre et dans les communes voisines.

Au vu de l'état initial réalisé et de l'analyse des incidences, ce projet de travaux et d'exploitation géothermique n'est pas de nature à perturber les usages au voisinage (captages AEP, usages des riverains, industries, milieux naturels, etc).

8. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS D'ORIENTATION

8.1 COMPATIBILITE AVEC LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

La Directive Européenne Cadre sur l'Eau n°2000/60/CE du 23/10/2000 fournit un cadre réglementaire et juridique applicable aux politiques de l'eau au sein de la Communauté européenne.

Les masses d'eaux souterraines et superficielles présentées dans l'Etat initial (cf. § 7.1) sont définies comme un référentiel géographique pour l'application de la Directive Cadre.

Ce projet de travaux et d'exploitation géothermique ne va pas à l'encontre des objectifs qualitatifs et quantitatifs pour ces masses d'eau.

8.2 COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE ADOUR-GARONNE 2016-2021

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Adour-Garonne et son programme de mesures (PDM) adoptés en comité de bassin et approuvés par le Préfet Coordonnateur le 01/12/2015 présentent 4 orientations générales relatives à la gestion des eaux superficielles et souterraines.

Orientations du SDAGE 2016-2021 Adour-Garonne

Orientations fondamentales	Mesures (Chapitre 6 du SDAGE 2016-2021)
A – Créer les conditions de gouvernance favorables à l'atteinte des objectifs du SDAGE	Mesures A1 à A39
B – Réduire les pollutions	Mesures B1 à B43
C – Améliorer la gestion quantitative	Mesures C1 à C21
D – Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques	Mesures D1 à D51

Ce projet de travaux et d'exploitation de forages géothermiques :

- n'entraîne pas de dégradation de la qualité d'une nappe utilisée pour l'alimentation en eau potable,
- n'engendre pas de risque de mise en relation de différentes nappes,
- n'entre pas en concurrence avec l'alimentation en eau potable ou d'autres usages.

Le projet de géothermie, autant en phase travaux qu'en phase exploitation, n'est pas en contradiction avec les orientations du SDAGE 2016-2021.

Le SDAGE 2022-2027 et son PDM ont été adoptés en comité de bassin le 10 mars 2022. L'arrêté du préfet coordonnateur de bassin n'est pas paru à la date d'édition de ce document.

8.3. COMPATIBILITE AVEC LE SAGE CHARENTE

Le SAGE Charente a été adopté par arrêté interpréfectoral le 19 novembre 2019.

Le projet du plan d'aménagement et de gestion (PAGD) du SAGE Charente a été approuvé par

la CLE le 29/03/2018.

Le SAGE comporte 6 orientations :

- A : Organisation, participation des acteurs et communication
- B : Aménagements et gestion sur les versants
- C : Aménagement et gestion des milieux aquatiques
- D : Prévention des inondations
- E : Gestion et prévention du manque d'eau à l'étiage
- F : Gestion et prévention des intrants et rejets polluants

Le projet de travaux et d'exploitation de forages géothermiques est compatible avec le SAGE Charente.

9. DOCUMENTS DE SANTE ET DE SECURITE

La gestion des risques et des contraintes de travaux sont prises en compte dans le projet.

Un coordinateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS) sera désigné dans le cadre des travaux de construction de la crèche.

Le Maître d'Ouvrage fera réaliser un Plan de Prévention et de Secours (P.P.S.) spécifique à la crèche, dont les installations géothermiques dédiées.

Ce document fixera les principes et les modalités d'organisation relatives à la sécurité et à la santé en application du Code Minier et du Code du Travail.

Le Maître d'Ouvrage prendra ses dispositions pour organiser la mission de coordination de la sécurité et de la santé sur le site.

Une notice technique d'entretien et de maintenance sera établie pour exploiter durablement et sans risque les installations géothermiques de la crèche.

10. FERMETURE DE L'EXPLOITATION

L'exploitation géothermique pourra être arrêtée pour les raisons suivantes :

- baisse de productivité des forages au point d'être insuffisante pour fournir les besoins, non récupérable par entretien/réhabilitation ou non viable économiquement pour la poursuite de l'exploitation géothermique,
- modification de l'activité du site.

Deux solutions se présentent en cas d'arrêt de l'exploitation :

- fermeture et mise en sécurité des installations,
- conservation des installations avec maintien d'un programme de suivi et d'entretien en vue d'un nouvel usage.

Un programme de fermeture définitive des forages sera adressé au Préfet deux mois avant la date de réalisation des travaux.

Les travaux de fermeture ne pourront débuter qu'après accord du Préfet.

L'arrêt définitif de l'exploitation géothermique implique la désinstallation de toutes les installations dédiées par des entreprises spécialisées et évacuation hors site des différents composants de l'installation vers des filières adaptées.

Le Dossier des Ouvrages Exécutés des travaux du comblement des forages et de fermeture de l'installation géothermique sera transmis aux services concernés de la préfecture.

Le comblement des forages sur doublet devra suivre les prescriptions de la norme NF X10-999 et devra être effectué préférentiellement par un foreur expérimenté respectant la charte de qualité des puits et forages d'eau.

En cas de conservation des forages, un porté à connaissance sera déposé à la police de l'eau et à la DREAL pour les informer de l'arrêt de l'exploitation, du devenir des forages et de la poursuite d'un programme d'entretien et de surveillance des ouvrages.

En cas de reconversion des forages pour un autre usage, le projet de reconversion sera transmis, avec présentation des procédures réglementaires nécessaires au nouvel usage.

La reprise de l'exploitation de sondes verticales est proscrite en cas d'abandon.

En cas d'abandon définitif de sondes verticales, leur mise en sécurité répondra à la norme NF X10-970.

La procédure d'abandon a pour objectif de rendre la sonde étanche à toute infiltration de surface pouvant polluer les terrains et les eaux souterraines.

Une entreprise spécialisée réalisera la mise en conformité de chaque sonde verticale.

HYDRO INVEST

2, rue des Molinez 16000 ANGOULEME

Téléphone : 05 45 37 10 22 Télécopie : 05 45 37 00 03 secretariat@hydroinvest.com [web : www.hydroinvest.com](http://www.hydroinvest.com)

SAS au capital de : 218 500 Euros SIRET : 307 276 345 00047 TVA Intracommunautaire : FR 23 307 276 345

